

BNDES Setorial, n. 37, mar. 2013

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>



*O banco nacional
do desenvolvimento*

BNDES Setorial

37



março de 2013

BNDES Setorial

37

março de 2013

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Presidente

Luciano Coutinho

Vice-presidente

João Carlos Ferraz

Editor

Filipe Lage de Sousa

BNDES Setorial

Publicação semestral editada em março e setembro

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES. É permitida a reprodução parcial ou total dos artigos desta publicação, desde que citada a fonte.

BNDES Setorial, n. 1, jul. 1995 -

Rio de Janeiro, Banco Nacional de Desenvolvimento
Econômico e Social, 1995 - n.
Semestral. ISSN 1414-9230
Periodicidade anterior: quadrimestral até o n. 3.

1. Economia - Brasil - Periódicos. 2. Desenvolvimento
econômico - Brasil - Periódicos. I. Banco Nacional de
Desenvolvimento Econômico e Social.

CDD 330.05

Av. República do Chile, 100
Rio de Janeiro - RJ - CEP 20031-917
Tel.: (21) 3747-9983 Fax: (21) 2172-6273
<http://www.bndes.gov.br>
ISSN 1414-9230

Sumário

Potencial exportador da indústria eólica brasileira para o Cone Sul e o papel do financiamento _____ 5

Daniel do Espírito Santo Cardoso Seiceira
Felipe Pereira
Rodrigo Luiz Sias de Azevedo

Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro _____ 33

Elisa Salomão Lage
Lucas Duarte Processi
Luiz Daniel Willcox de Souza
Priscila Branquinho das Dores
Pedro Paulo de Siqueira Galoppi

Panorama da indústria de bens de capital para a construção civil _____ 89

Bernardo Hauch Ribeiro de Castro
Daniel Chiari Barros
Suzana Gonzaga da Veiga

O financiamento a arrendadores de aeronaves – modelo do negócio e introdução à análise de risco do *leasing* aeronáutico _____ 129

Sérgio Bittencourt Varella Gomes
Paulus Vinicius da Rocha Fonseca
Vanessa de Sá Queiroz

Equipamentos e tecnologias para saúde: oportunidades para uma inserção competitiva da indústria brasileira _____ 173

André Landim
Renata Gomes
Vitor Pimentel
Carla Reis
João Paulo Pieroni

A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas _____ 227

Rangel Galinari
Job Rodrigues Teixeira Junior
Ricardo Rodrigues Morgado

Panorama de mercado: papéis sanitários _____ 273

André Carvalho Foster Vidal
André Barros da Hora

Inovação na indústria de alimentos: importância e dinâmica no complexo agroindustrial brasileiro _____ 333

Luiza Sidonio
Luciana Capanema
Diego Duque Guimarães
João Vitor Amaral Carneiro

Produção leiteira no Brasil _____ 371

Guilherme Baptista da Silva Maia
Arthur de Rezende Pinto
Cristiane Yaika Takaoka Marques
Fábio Brener Roitman
Danielle Didier Lyra

A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? _____ 399

Diego Nyko
Marcelo Soares Valente
Artur Yabe Milanez
Alexandre Kiyoshi Ramos Tanaka
Alexandre Velloso Pereira Rodrigues

Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global _____ 443

Bernardo Hauch Ribeiro de Castro
Daniel Chiari Barros
Suzana Gonzaga da Veiga

Potencial exportador da indústria eólica brasileira para o Cone Sul e o papel do financiamento

Daniel do Espírito Santo Cardoso Seiceira

Felipe Pereira

Rodrigo Luiz Sias de Azevedo*

Resumo

O artigo descreve o potencial exportador da indústria eólica brasileira para os países do Cone Sul, tendo em vista o parque industrial que está se formando no Brasil. Analisando a capacidade produtiva da indústria eólica brasileira *vis-à-vis* a demanda do mercado interno, identifica-se um potencial exportador para o setor. Por outro lado, os governos dos países do Cone Sul vêm promovendo programas de incentivo ao desenvolvimento de fontes renováveis de energia, notadamente a energia eólica. Com isso, os investimentos para implantação de parques eólicos na região vêm crescendo nos últimos anos, e o papel do BNDES como agente financiador de longo prazo se mostra cada vez mais relevante na realização desses projetos.

* Respectivamente, economista e engenheiro do Departamento de Comércio Exterior 3 da Área de Comércio Exterior do BNDES e economista do Departamento de Internacionalização da Área Internacional do BNDES. Os autores agradecem os valiosos comentários de Raquel Batissaco Duarte, Leonardo Pereira Rodrigues dos Santos, Luciene Ferreira Monteiro Machado, Lucas Duarte Processi, Alexandre Siciliano Espósito, Antônio Carlos de Andrada Tovar, André Luiz Zanette e Filipe Lage de Sousa.

Introdução

No Brasil, a fonte hidráulica foi responsável por 85,9% de toda a geração de eletricidade produzida no ano de 2012 [ONS (2012)]. Apesar de essa configuração da matriz energética favorecer o meio ambiente, ela faz surgir um grande problema de planejamento operacional de longo prazo, porque a sazonalidade da fonte hidráulica é muito grande.

Nesse caso, para garantir a segurança da oferta de energia, é preciso criar uma forma complementar a essa geração que entre em operação nos períodos de seca, quando a fonte hidráulica é escassa. Há uma tendência de redução do tamanho dos reservatórios das novas usinas hidroelétricas, decorrente, entre diversos fatores, da mitigação de impactos ambientais e sociais, o que reforça a necessidade de haver uma alternativa complementar a essa fonte de geração. Além disso, em uma estratégia mais ampla do planejamento energético, objetiva-se maior diversificação da matriz elétrica e energética.

Historicamente, as termoeletricas assumem esse papel de geração de reserva no Brasil. E embora sejam fontes de excelência para atuar como tal, deve-se ter em conta que essas opções são poluentes ao meio ambiente (no caso do carvão e óleo combustível) ou requerem concertação política organizada para evitar o corte de seu suprimento (no caso do gás natural).

Uma importante característica do setor elétrico brasileiro é a possibilidade de complementaridade entre os regimes hídrico e eólico. A grande vantagem é que há a otimização do uso dos recursos hídrico e eólico, permitindo um maior acúmulo de água nos reservatórios das hidroelétricas e reduzindo os riscos de desabastecimento.

Neste artigo, considera-se que indústria eólica é toda a indústria de bens de capital relacionados à energia eólica, em especial aquela voltada à fabricação de aerogeradores (ou turbinas eólicas). O aerogerador é um dispositivo eletromecânico com o fito de converter a energia cinética presente no movimento das massas de ar em energia elétrica [Costa, Casotti e Azevedo (2009)].

O objetivo deste trabalho é verificar se esse crescimento atenderá não somente à demanda do mercado brasileiro, como também à demanda de parte dos projetos eólicos do Cone Sul, uma vez que um dos objetivos de diversos fabricantes que se instalaram no Brasil é utilizar o país como plataforma de exportação.

Visa-se analisar o potencial exportador da indústria eólica brasileira para alguns países da América do Sul, sobretudo da Argentina, Uruguai e Chile.¹

Para tanto, inicia-se com a apresentação da capacidade instalada da indústria eólica brasileira e da demanda do mercado interno. Em seguida, analisam-se o potencial exportador da indústria brasileira para esses países da América do Sul e a importância do financiamento para a construção de parques eólicos.

Importante destacar que a análise do desenvolvimento do setor eólico se dá entre 2006 e 2012, de acordo com o escopo do trabalho, e as projeções de demanda, entre 2012 e 2015.

O artigo está estruturado em oito seções. A primeira seção introduz o tema do potencial exportador da indústria eólica brasileira. A contextualização histórica da experiência brasileira com a energia eólica é exposta na segunda seção. A terceira seção trata da capacidade produtiva da indústria brasileira. A seção seguinte aborda a demanda brasileira atual e futura por bens de capital da indústria eólica, estabelecendo uma relação de ociosidade na capacidade produtiva dessa indústria. A quinta e a sexta seções discorrem sobre as demandas do Cone Sul por equipamentos para a construção de parques eólicos e sobre a potencialidade exportadora do Brasil desses maquinários, respectivamente. A sétima seção ressalta a importância do financiamento para a consubstanciação dos parques eólicos. E, por fim, a oitava seção conclui o artigo, destacando as oportunidades que os mercados dos países do Cone Sul oferecem ao Brasil.

Energia eólica e o contexto histórico

Uma vez que a experiência brasileira de produção e comercialização da energia eólica é recente, é interessante observar o histórico de medidas e políticas adotadas desde o princípio, a fim de entender a atual situação do país.

A partir da maior preocupação mundial com as questões ambientais, o governo brasileiro, ciente da necessidade de diversificação da matriz energética nacional para assegurar o fornecimento de energia, trabalhou com

¹ Apesar de haver um potencial eólico a ser explorado no Paraguai, o marco regulatório desse país carece de detalhamento. Por outro lado, o setor elétrico paraguaio, abastecido sobretudo pela usina hidroeétrica binacional de Itaipu, não incentiva a entrada de outras fontes energéticas em sua matriz elétrica.

vistas a preparar um ambiente mais favorável à inserção das fontes renováveis no sistema elétrico.

Por isso, far-se-á uma breve contextualização das políticas adotadas no Brasil desde a década de 1990, início das instalações das primeiras turbinas com produção comercial no país.

Um dos marcos legais para o setor elétrico brasileiro é a Lei 8.666 (Lei de Concessões), de 1993, a qual instituiu normas para licitações e para contratação de fornecimento ou suprimento de energia elétrica com concessionários, permissionários e autorizados.

Até a virada dos anos 1990, o setor elétrico brasileiro era caracterizado pela existência de empresas predominantemente estatais e verticalizadas (empresas forneciam os serviços de geração, transmissão e distribuição de energia), criando um ambiente de entidades monopolistas. Além disso, os consumidores não podiam escolher seus fornecedores e as tarifas eram reguladas em todos os segmentos do setor.

O processo de privatização no setor elétrico, ocorrido efetivamente a partir de 1995, favoreceu o crescimento do setor de energias renováveis alternativas, pois fez surgir a necessidade de nova legislação que garantisse esse processo. Essa legislação, entre outros temas, abarcava as definições de produtores independentes e de autoprodutores, abrindo espaço, assim, para o início da utilização de fontes renováveis, incluindo a eólica.

Em 1999, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) publicou a Resolução 245, permitindo a substituição total ou parcial entre as termoeletricas e as usinas de fontes renováveis em sistemas isolados.

A fonte eólica foi uma grande beneficiada dessa regulação por se adequar perfeitamente aos sistemas isolados e até mesmo aos sistemas híbridos com termoeletricas, garantindo a redução do consumo de combustíveis fósseis.

Com a crise energética brasileira de 2001, a questão da segurança da oferta de eletricidade se tornou uma prioridade do governo brasileiro e foi um incentivo adicional ao desenvolvimento das energias renováveis, entre elas, a eólica. A partir de então, foram criados incentivos específicos para essa fonte.

Com relação a esses programas específicos do setor eólico, dois se destacaram: o Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica) e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Ambos

consistiam em um incentivo ao setor eólico do tipo tarifa *feed-in*,² como o implantado em países como Espanha e Alemanha.

O Proeólica³ teve como objetivo promover a implantação de 1.500 MW de energia eólica até dezembro de 2003, com a garantia de compra da energia produzida – por pelo menos 15 anos – pela Eletrobras.

O preço da energia seria baseado em um valor normativo estabelecido pela Aneel e os custos incorridos pela Eletrobras seriam repassados às empresas de distribuição da rede elétrica [Alves (2010)].

Em 2002, foi lançado o Proinfa⁴ pelo Ministério de Minas e Energia (MME), cujo objetivo principal era promover a diversificação da matriz energética brasileira por meio do aumento da participação das fontes eólica, de biomassa e de pequenas centrais hidroelétricas (PCH), a fim de aumentar a segurança energética e explorar as potencialidades regionais.

Para isso, coube ao MME, coordenador do programa, o papel de definir as diretrizes, elaborar o planejamento do programa e definir o valor econômico de cada fonte. Já a Eletrobras, executora do programa, ficou responsável por celebrar os contratos de compra e venda de energia (CCVE), comprometendo-se a comprar 3.315 MW de energia provenientes de fontes renováveis, cabendo à fonte eólica o montante de 1.423 MW.

Além disso, o BNDES criou um programa de apoio a investimentos em fontes alternativas renováveis de energia elétrica para as empresas de geração que dispusessem de um CCVE com a Eletrobras no âmbito do Proinfa.

O crédito era de até 70% do investimento do projeto, com exceção dos bens e serviços importados e dos custos com o terreno. A Eletrobras ainda garantia uma receita mínima de 70% da energia contratada durante o período de financiamento e proteção integral com relação aos riscos de mercado de curto prazo no CCVE. Os contratos eram para projetos específicos com início da operação até dezembro de 2006, com duração de vinte anos [Alves (2010)].

² Uma tarifa *feed-in* é uma estrutura para incentivar a adoção de energias renováveis por meio de legislações. Nesse sistema, as concessionárias regionais e nacionais são obrigadas a comprar eletricidade renovável em valores acima do mercado, estabelecidos pelo governo.

³ O programa foi criado pela Resolução 24 da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica 43 (GCE) em 2001.

⁴ O Proinfa foi criado pela Lei 10.438, de 26 de abril de 2002, e revisado pela Lei 10.762/2003, do Ministério de Minas e Energia (MME).

O Proinfa foi responsável pela instalação de 54 projetos eólicos, que totalizaram 1.423 MW. Essa potência instalada corresponde a 43% do total instalado.

Apenas três regiões tiveram participação nesse montante. A Região Nordeste ficou com 36 projetos, totalizando 806 MW; a Região Sul obteve 16 projetos, de 454 MW no total; enquanto a Região Sudeste instalou dois projetos, de 163 MW no total.

Apesar de o Proinfa não ter logrado os níveis de capacidade instalada de geração de energia elétrica no período originalmente estipulado, possibilitou a entrada de empresas estrangeiras atuantes no setor de energias renováveis, chamando a atenção para a necessidade de criação de incentivos de longo prazo para o setor.

O novo modelo se diferenciou do modelo de livre-mercado vigente entre 1995 e 2003 por duas características. Em primeiro lugar, as empresas estatais voltaram a ocupar espaço no setor elétrico, passando a conviver com as empresas privadas. Em segundo lugar, além de existir o ambiente de livre-negociação de compra e venda de energia como no modelo anterior, foi criado um ambiente regulado composto por leilões e processos de licitação por menor tarifa [Vieira *et al.* (2009)].

Em adição ao Proinfa, o governo brasileiro implementou leilões de energia destinados à compra de energia proveniente de fontes renováveis alternativas, entre elas a eólica. O primeiro leilão de energia de fonte eólica ocorreu em 2009. Foram contratados 1.805 MW, representando contratos de R\$ 19,5 bilhões, em vinte anos, a um preço médio de R\$ 148,4 por MWh.

No segundo leilão, em agosto de 2010, a Aneel homologou 2.892 MW de energia elétrica em fontes renováveis, sendo 70% desse montante (2.024 MW) referentes a usinas eólicas. No total, foram comercializados R\$ 26,9 bilhões em contratos de vinte e trinta anos. O preço médio da energia eólica negociada foi de aproximadamente R\$ 130,8 por MWh.

Embora os últimos leilões não tenham sido beneficiados de forma direta pelo Proinfa, o preço observado decresceu consideravelmente.

Segundo os informes à imprensa da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), no antepenúltimo (agosto de 2011), no penúltimo (dezembro de 2011) e no último leilão (2012), o preço médio comercializado para usinas eólicas foi de R\$ 99,5, R\$ 105,1 e R\$ 87,9 por MWh, respectivamente.

Capacidade de produção da indústria eólica brasileira

Nos últimos anos, vem se observando a instalação de diversas unidades fabris de grandes fabricantes mundiais do setor eólico em território brasileiro.

O aumento do número de empresas instaladas no Brasil deve-se em parte à grande competitividade que a energia eólica vem alcançando nos últimos leilões, conforme a já mencionada queda de preços nestes.

Vale ressaltar que empresas já instaladas no Brasil decidiram expandir seu portfólio de produtos em razão do sucesso que a energia eólica vem alcançando no país.

Essas empresas se adaptaram, adicionando em suas linhas a fabricação de peças e componentes para os aerogeradores, especificamente, e induzindo que os fornecedores de equipamentos para subestações de energia elétrica adaptassem seus produtos às condições singulares da geração por turbinas eólicas.

Convém ainda mencionar que o BNDES vem contribuindo de forma positiva nesse processo de agregação de valor nacional aos componentes produzidos localmente, de modo que essas unidades industriais não sejam apenas montadoras de aerogeradores.

Segundo dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), o Brasil já contaria com capacidade produtiva de aproximadamente 3,4 GW a.a. em relação a equipamentos de energia eólica. Este é um dado que pode variar conforme decisão estratégica dos fabricantes em reduzir, manter ou expandir suas instalações produtivas no Brasil.

Cabe, portanto, estudar se a demanda projetada por parques eólicos no Brasil absorveria toda a capacidade produtiva instalada de máquinas e equipamentos do setor.

Demanda do mercado interno – capacidade instalada de geração de energia elétrica

No Brasil, o adensamento da cadeia produtiva da indústria eólica ainda se encontra em desenvolvimento, com investimentos em novas plantas ainda muito espaçados.

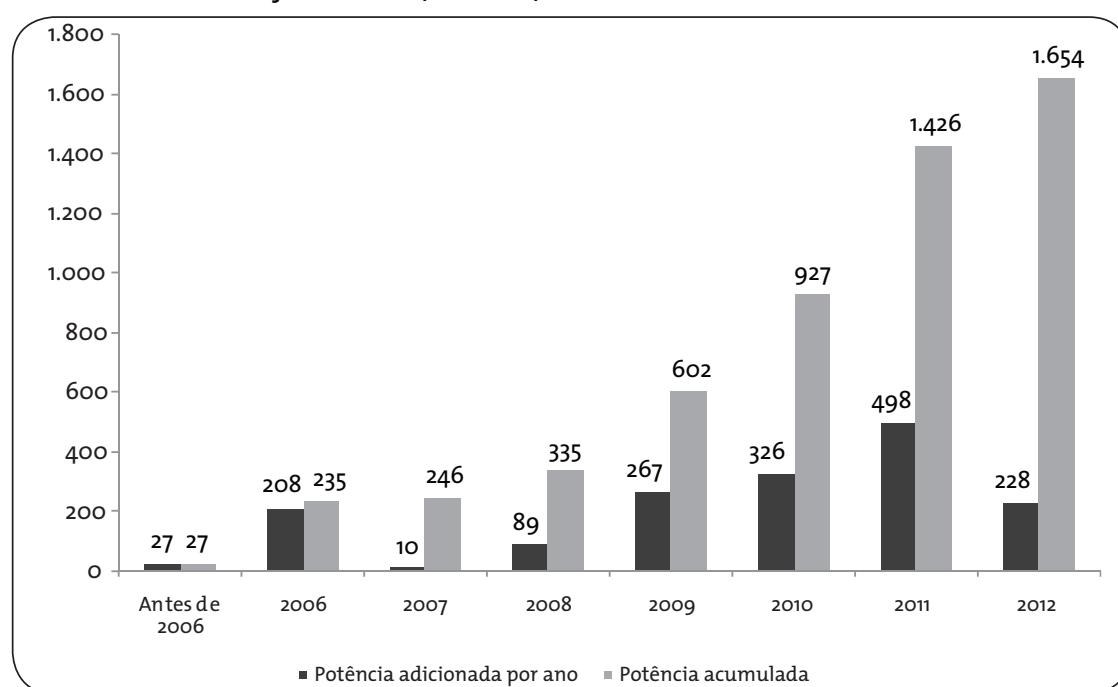
O Gráfico 1 mostra a evolução da capacidade instalada de geração de energia eólica no Brasil. Até 2005, havia apenas 27 MW de potência eólica instalada, montante que passou para 1.654 MW em julho de 2012.

Pode-se observar que há uma grande oscilação da capacidade adicionada, de certa forma derivada de atraso na implantação de parques do Proinfa. Em parte, essa oscilação também é decorrente da constante mudança de políticas de incentivos ao setor eólico. Como exposto na seção anterior, em apenas dez anos, o incentivo ao setor eólico mudou do Proeólica para o Proinfa e para o regime de leilões.

Além disso, com a queda expressiva nos preços observada nos últimos leilões, existem dúvidas no mercado se esses preços poderão manter a remuneração sustentada dos contratistas, honrando, assim, seus compromissos com os financiadores dos projetos.

Por outro lado, é possível perceber o aumento da capacidade instalada de geração de energia a partir de 2006 por causa do Proinfa, principalmente. Esse programa foi responsável por 95% da capacidade instalada de energia eólica no país até 2009, funcionando como um impulsionador inicial do setor, o que demonstra a importância da política de incentivos no desenvolvimento da indústria eólica nacional [GWEC (2010)].

Gráfico 1 | Crescimento anual e cumulativo da capacidade instalada de energia eólica no Brasil até julho 2012 (em MW)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aneel (2012).

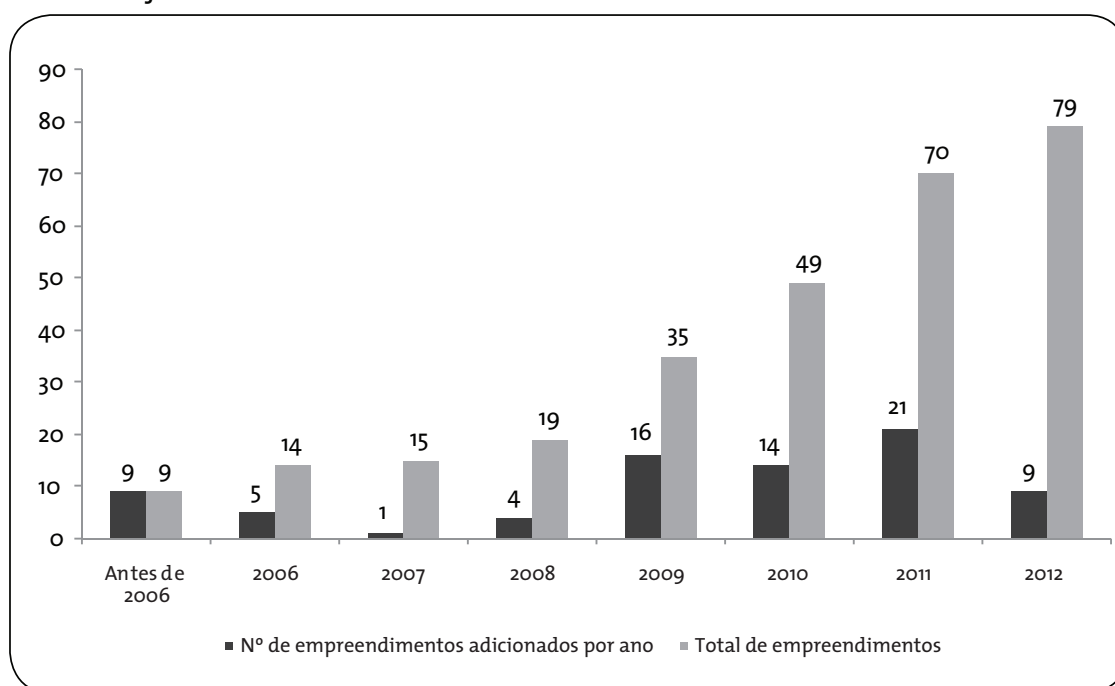
O Gráfico 2 reforça essa análise com a exposição do número de empreendimentos (parques) instalados e da capacidade acumulada desses empreendimentos.

Cabe destacar que os investimentos até 2005 se destinavam principalmente para aerogeradores de baixa potência. Nesse ano, eram nove parques existentes que correspondiam a apenas 27 MW instalados, uma média de 3 MW por parque.

Com o aumento de porte dos aerogeradores, turbinas eólicas de 3 MW, disponíveis em escala comercial, não estão em futuro distante. Isso significa que um parque eólico médio instalado no Brasil até 2005 corresponderia a apenas um aerogerador em um futuro próximo.

Percebe-se, analisando-se o Gráfico 2, que o número de parques eólicos cresceu consideravelmente no período, chegando a 79 empreendimentos em julho de 2012.

Gráfico 2 | Número de empreendimentos (parques) de energia eólica até julho de 2012



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aneel (2012).

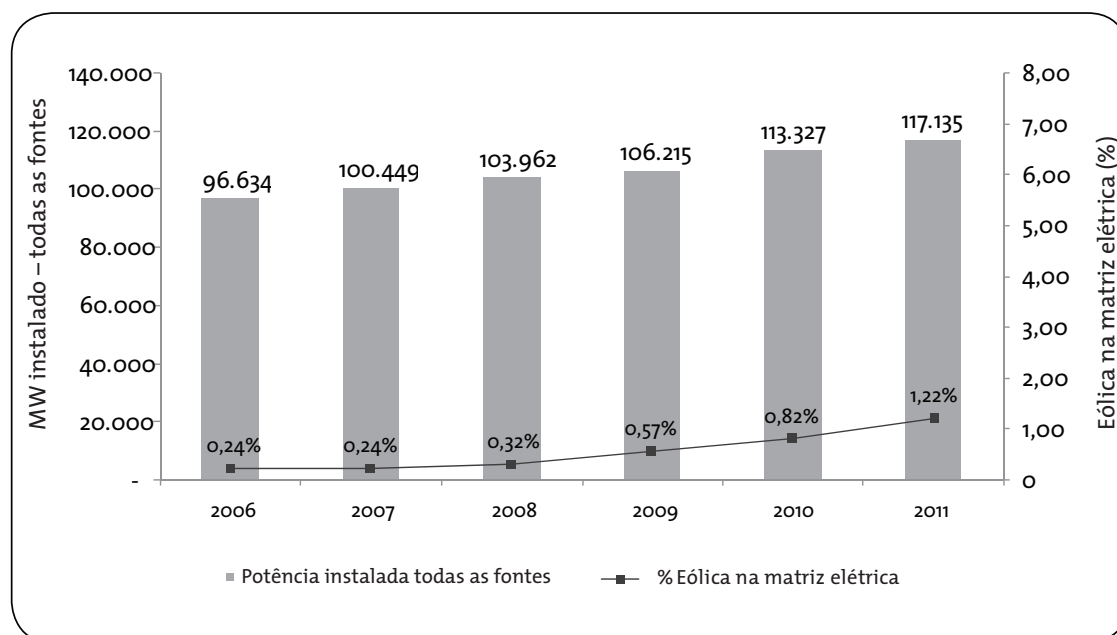
Com o volume recente de investimentos no setor, a participação da energia eólica na matriz elétrica brasileira aumentou ao longo dos anos.

Com dados obtidos nos balanços energéticos nacionais (EPE) e dados do Banco de Informações de Geração (Aneel), foi possível construir o Gráfico 3,

o qual mostra que vem crescendo a parcela da fonte eólica na capacidade instalada de geração de eletricidade no Brasil.

Entretanto, a energia eólica ainda ocupa um lugar marginal na matriz elétrica nacional, com menos de 1,5% em 2011.

Gráfico 3 | Participação da energia eólica na matriz elétrica brasileira (2006-2011)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de EPE (2012) e Aneel (2012).

O novo modelo de comercialização de energia, por meio dos leilões, começou a gerar resultados nos últimos anos. De janeiro de 2008 a julho de 2012, houve um aumento no número de empreendimentos instalados de mais de 400%.

Ressalta-se ainda que, em 2010, foram realizados dois leilões – de fontes alternativas e de reserva –; em 2011, realizaram-se mais dois leilões – de reserva e de energia nova –; e em 2012, um leilão foi realizado. Os três últimos, com grande destaque para o setor eólico.

Esses leilões são importantes para um setor em estágio inicial, pois permitem a definição do preço da energia em um ambiente competitivo.

É importante ressaltar que a legislação do novo modelo de comercialização vem se mostrando eficaz para esse estágio inicial do setor, como demonstram os resultados da capacidade e dos preços contratados.

Por outro lado, o aumento do interesse das empresas estrangeiras no setor eólico brasileiro, movido também pelo sucesso do setor em outros países, igualmente indica que os incentivos adotados, mesmo em fase inicial, já tornam o setor atraente ao investimento.

Em decorrência dos últimos leilões, há uma previsão de que a capacidade instalada de geração de energia eólica chegue, em 2015, aos 7.994 MW, considerando-se os parques em construção e os outorgados nos últimos leilões. Os parques eólicos construídos mas não conectados por linhas de transmissão não são considerados na capacidade instalada de geração eólica brasileira.

As tabelas 1A e 1B, construídas com base no Banco de Informações de Geração e no Acompanhamento das Centrais Geradoras Eólicas da Aneel, mostram a adição da capacidade instalada de geração de energia eólica por estado e por região.

Tabela 1 | Capacidade instalada por estado e por região

Tabela 1A | Capacidade instalada por estado

		MW em operação		MW futuros		
	UF	Até jul. 2012	Ago. 2012 a 2013	2014	2015	Sem previsão
Nordeste	BA	90,2	729,8	404,8	-	-
	CE	516,9	659,9	495,5	-	235,8
	RN	304,2	1.091,0	499,7	870,7	214,7
	PB	69,0	-	-	-	-
	PE	24,8	-	78,0	-	-
	PI	18,0	30,0	46,8	-	-
	SE	-	30,0	-	-	-
	MA	-	-	144,0	288,0	-
Sul	PR	2,5	-	-	-	-
	RS	364,0	353,8	528,4	50,0	56,0
	SC	236,4	-	-	-	46,5
Sudeste	RJ	28,1	-	-	-	135,0
Outros		-	30,0	9,6	-	-
Total		1.654,0	2.924,5	2.206,8	1.208,7	688,0

Tabela 1B | Capacidade instalada por região

	MW em operação	MW futuros			
	Até jul. 2012	Ago. 2012 a 2013	2014	2015	Sem previsão
Nordeste	1.023,1	2.540,7	1.668,8	1.158,7	450,5
Sul	602,9	353,8	528,4	50,0	102,5
Sudeste	28,1	-	-	-	135,0
Outros	-	30,0	9,6	-	-
Total	1.654,0	2.924,5	2.206,8	1.208,7	688,0

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aneel (2012).

Conforme expresso na seção anterior, com os dados da ABEEólica, o Brasil já disporia de capacidade produtiva de aproximadamente 3,4 GW a.a. Nota-se, portanto, que, levando em consideração a capacidade produtiva brasileira anual de equipamentos de energia eólica, o país teria capacidade de suprir seus parques eólicos com equipamentos brasileiros, restando, ainda, capacidade industrial ociosa que poderia ser exportada.

Mesmo sem determinar com exatidão a quanto corresponderia essa capacidade ociosa, pode-se dizer que, por exemplo, em 2014 haveria capacidade ociosa nas unidades fabris de equipamentos para energia eólica de pelo menos 30%, contando que a demanda interna seja totalmente atendida por fabricantes instalados no Brasil e os fabricantes permaneçam instalados no país.

A partir do exposto, cabe analisar a possível demanda de países por equipamentos eólicos produzidos no Brasil.

Os países do Cone Sul foram escolhidos pela proximidade geográfica, por serem grandes importadores de bens de capital do Brasil, e porque as consultas recebidas pelo BNDES para financiar a exportação completa de aerogeradores têm como destino principal tais países.

Demanda dos países do Cone Sul

Nos últimos anos, o mercado de energia eólica vem passando por algumas mudanças importantes. Em razão da crise europeia, que perdura até o presente, a aceleração da demanda por energia elétrica vem se reduzindo, mormente em países como a Espanha. Consequência desse fato é que grandes fabricantes europeus vêm sofrendo revezes, sendo assediados a incorporarem, em sua estrutura societária, capital de outras fontes, como

capitais chineses. Além disso, os fabricantes não estão conseguindo manter os lucros na Europa e, para reverter essa situação, começaram a focar outros mercados, como a América Latina.

O potencial eólico da América Latina é elevado [GWEC (2011a)], sendo influenciado por bons regimes de vento, como o do Nordeste brasileiro e o da Patagônia argentina. No Brasil, por exemplo, o potencial eólico é de 300 GW, estimado pela ABEEólica. Atualmente, a capacidade instalada de geração de energia eólica da América Latina é de cerca de 2 GW, construídos sobretudo no Brasil, México, Peru e Argentina.

O potencial de mercado no setor de energia eólica na América Latina torna-se evidente ao se identificar o surgimento de programas públicos e privados de incentivo ao desenvolvimento de fontes de energia alternativas.

A seguir, analisa-se o mercado do setor eólico na Argentina, Uruguai e Chile. Esses países foram selecionados porque as empresas brasileiras fornecedoras de equipamentos e serviços do setor que aventaram a possibilidade de exportar sua produção recorreram ao BNDES a fim de obter apoio financeiro à comercialização para tais países.

O Paraguai não foi incluído na análise, uma vez que não se encontraram indicativos de que, até 2015, aerogeradores de alta potência serão instalados no país. O setor elétrico paraguaio é abastecido, mormente, pela usina hidroelétrica binacional de Itaipu. Por causa do montante de energia gerada *vis-à-vis* a demanda interna por esse insumo, o país não necessita incorporar outras fontes energéticas em sua matriz elétrica. Além disso, embora exista um potencial eólico a ser explorado nesse país, não é possível dizer que exista um marco regulatório institucionalizado que incentive o aproveitamento desse potencial.

Convém ainda ressaltar que os três mercados apresentam potencial eólico acima de 2.000 GW, consolidando informações de Cámara de Industriales de Proyectos e Ingeniería de Bienes de Capital de la República Argentina [CIPIBIC (2012)], Instituto Español de Comercio Exterior [ICEX (2010)] e Global Wind Energy Council [GWEC (2011a)] para Argentina, Uruguai e Chile, respectivamente. Assim como quaisquer estudos acerca do potencial energético, esse seria um indicativo máximo, sem que haja expectativa de que seja atingido. De toda forma, para aproveitar esse potencial, é necessá-

ria a instalação de estrutura de transmissão elétrica compatível com o ritmo de implantação dos parques eólicos.

Argentina

Segundo dados do Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y Presidencia da Argentina, o consumo de energia elétrica na Argentina se expandiu a taxas superiores a 4,8% a.a. no período de 2003 a 2010, ano em que alcançou 96,5 bilhões kWh.

Dada a concentração da matriz de geração de energia elétrica do país em usinas térmicas, as quais representam 64% do total da matriz, tal crescimento permanece diretamente dependente de um fluxo constante de gás para alimentar as unidades geradoras (além da função de aquecimento residencial).

A dependência concentrada em uma única fonte de energia traz implicações políticas e econômicas negativas. Portanto, o acesso a fontes alternativas de energia mais barata deve ser uma prioridade para o país tanto no curto quanto no longo prazo, uma vez que a atual situação vem elevando a dependência de fontes externas e impõe altos custos na forma de pagamentos para manter o baixo custo final da eletricidade. Nesse contexto, a alternativa para restaurar um maior grau de autonomia energética é a construção de parques eólicos.

Instituições especializadas no setor eólico, como a Asociación Latinoamericana de Energía Eólica (LAWEA) e o GWEC, apontam a Argentina como um dos países com os melhores regimes de ventos do mundo. Os melhores regimes de vento da Argentina se concentram no sul do país, nas províncias de Santa Cruz e de Chubut, tanto no litoral quanto no interior.

Dados da CIPIBIC indicam um potencial eólico na Argentina de 2.000 GW. Ressalva-se que esse número não é corroborado por outros estudos. Embora esse valor seja criticado, fabricantes de aerogeradores ressaltam que há um grande potencial eólico a ser explorado no país. De todo modo, o país ainda conta com poucos parques eólicos instalados em seu território. Segundo dados do GWEC, em 2010 a Argentina havia instalado 27 MW eólicos, elevados para 79 MW em 2011.

Em virtude dos bons regimes de ventos em terra, da baixa turbulência e dos terrenos planos, existe crescente interesse na construção de parques eólicos no país, sobretudo na região da Patagônia.

Um entrave aos parques eólicos na Argentina é a falta de infraestrutura de linhas de transmissão para interligação da energia eólica gerada ao sistema elétrico argentino, o Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Embora os melhores regimes de ventos se situem na porção meridional do território argentino, é nessa região onde há menor número de linhas de transmissão, tornando os custos conjuntos (os de infraestrutura de geração somados aos de transmissão) mais dispendiosos em comparação a projetos de outras fontes energéticas situadas em províncias como Buenos Aires ou Córdoba.

De todo modo, os projetos de parques eólicos se tornam polos de atração da conexão do sistema elétrico, induzindo à ramificação do sistema de transmissão argentino.

Do ponto de vista do marco regulatório, o Decreto 562/2009 regulamenta a Lei 26.190/2006, que estabelece o regime de fomento nacional para o uso de fontes renováveis de energia destinadas à produção de energia elétrica. Com esse decreto, foi possível criar o Programa de Fornecimento de Energia Elétrica a Partir de Fontes Renováveis (GENREN) para estimular o setor eólico na Argentina.

Esse programa do governo da Argentina reúne processos licitatórios para a contratação de empresas para a geração de aproximadamente 1.000 MW de potência de fontes de energia renováveis, dos quais 754 MW de potência são para o setor de energia eólica.

A Tabela 2 exhibe a lista dos parques eólicos com as respectivas potências e as empresas ofertantes da Licitação Pública Nacional da Energia Argentina Sociedad Anonima (ENARSA)⁵ EE01/2011 no âmbito do programa GENREN.

Tabela 2 | Empresas ofertantes da Licitação Pública Nacional ENARSA EE01/2011

Eólica (754 MW)			
	Central	Proponente	Potência MW
1	Malaspina I	IMPSA	50,0
2	Pto. Madryn Oeste	Energias Sustentables S.A.	20,0
3	Malaspina II	IMPSA	30,0

Continua

⁵ Criada em 2004, a ENARSA é uma empresa verticalizada com o objetivo de gerar, transmitir, distribuir e comercializar energia elétrica, além de atuar nos segmentos de *downstream* e *upstream* de petróleo e gás natural.

Continuação

Eólica (754 MW)			
	Central	Proponente	Potência MW
4	Pto. Madryn II	Emgasud Renovables S.A.	50,0
5	Pto. Madryn I	Emgasud Renovables S.A.	50,0
6	Rawson I	Emgasud Renovables S.A.	50,0
7	Rawson II	Emgasud Renovables S.A.	30,0
8	Pto. Madryn Sur	Patagonia Wind Energy S.A.	50,0
9	Pto. Madryn Norte	International News Energies S.A.	50,0
10	KOLUEL KAIKE I	IMPSA	50,0
11	KOLUEL KAIKE II	IMPSA	25,0
12	Loma Blanca I	Isolux S.A.	50,0
13	Loma Blanca II	Isolux S.A.	50,0
14	Loma Blanca III	Isolux S.A.	50,0
15	Loma Blanca IV	Isolux S.A.	50,0
16	Três Picos I Básica	Sogesic S.A.	49,5
17	Três Picos II Básica	Sogesic S.A.	49,5

Fonte: ENARSA.

Nota: A título de atualização da tabela, a Emgasud Renovables S.A. converteu-se em GENNEIA S.A., a qual já instalou o parque eólico de Rawson.

Nas informações contidas na Licitação ENARSA EE01/2011, há o mapa do potencial eólico argentino produzido pelo Ministério de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios por meio do Sistema de Información Geográfica Eólico (SIG Eólico). Os parques eólicos licitados encontram-se principalmente na região meridional do país, próximos à costa. Esta é a região onde podem se observar as mais altas velocidades de vento da Argentina.

Com base no estudo “Inserción de generación eólica en Sistema Argentino de Interconexión”, da Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), foram levantados os projetos eólicos a serem instalados nos próximos anos na Argentina. Desses projetos: 754 MW foram distribuídos no leilão EE01/2011 no âmbito do programa GENREN, conforme Tabela 2; 1.200 MW eólicos foram levantados também no âmbito do

programa GENREN, mas em etapa posterior; e mais 3.000 MW de outros projetos aventados, totalizando 4.954 MW eólicos a serem instalados nos próximos anos. Entretanto, o cronograma de implantação dos parques não foi definido com precisão.

Vale ressaltar que, de acordo com informações prestadas por empresas exportadoras, os projetos no âmbito do programa GENREN são prioritários para o setor de energia na Argentina.

A fim de estruturar a cadeia de produção de aerogeradores, seus componentes e subsistemas elétricos, o governo criou o programa Cluster Eólico Argentino.⁶

O referido programa auxilia na formulação de uma estratégia para desenvolver o setor eólico argentino, apontando os principais fabricantes de cada uma das partes que compõem um aerogerador.

O Cluster Eólico computou que a Argentina dispõe de capacidade de fabricar 23 grupos de peças e componentes de um sistema eólico, listando as regiões com melhores capacidades fabris para cada um desses grupos.

Atualmente, no país, há 15 fabricantes de aerogeradores completos de baixa potência (até 10 kW) e dois fabricantes de aerogeradores completos de alta potência (acima de 1 MW).

Destaca-se ainda que os aerogeradores de baixa potência têm sua utilização restrita à utilização comercial ou residencial e, como ainda não há políticas de *feed-in* ou reduções tarifárias bem definidas na Argentina, esse tipo de aerogerador não deverá representar uma geração de energia significativa para o sistema elétrico interligado nos próximos anos.

Desse modo, apenas dois fabricantes de aerogeradores instalados na Argentina poderão atender em escala industrial ao mercado doméstico vinculado ao sistema elétrico interligado argentino.

Uruguai

Em razão do tamanho do mercado uruguaio e da estrutura institucional definida pelo país, o número de agentes que comercializam energia é bastante reduzido.

⁶ Dados da Cámara de Industriales de Proyectos e Ingeniería de Bienes de Capital de la República Argentina, disponíveis em: <<http://www.clustereolico.com.ar/docs/cluster-eolico-argentino-3-julio-2012.PDF>>.

A Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) é uma empresa pública uruguaia verticalizada, atuando na geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. A empresa comercializa a quase totalidade da energia elétrica no país. Basicamente, a empresa detém usinas geradoras ou compra a energia produzida por outras empresas e comercializa essa energia com os consumidores finais. Logo, a construção de parques eólicos integrados ao sistema elétrico do país depende, de um modo ou de outro, do relacionamento com a empresa.

O Uruguai é um país cujo parque industrial não é desenvolvido como o brasileiro. Contudo, o governo vem elaborando políticas de incentivo à internalização da produção. Uma dessas políticas é a obrigatoriedade de que um percentual mínimo na construção de um parque eólico seja composto por insumos uruguaio.

O Decreto 159/011⁷ do governo uruguaio estabelece que os insumos nacionais deverão alcançar o mínimo de 20% do montante total da inversão a ser realizada na construção de parque eólico, sendo isso válido para licitações da empresa estatal UTE.

Percebe-se, analisando-se os leilões realizados pela UTE, a aplicação dessa restrição.


Por exemplo, no Procedimiento Competitivo K41938 da UTE, de 23 de agosto de 2011, para oferta de potência eólica na rede de transmissão elétrica uruguaia, os ofertantes aptos para participar da concorrência indicaram fornecimentos com insumos nacionais variando de 20% a 45%, conforme a Tabela 3.

De acordo com o GWEC, o Uruguai havia instalado 33,3 MW eólicos até 2010, incrementando a instalação para 43,5 MW em 2011.

Esse baixo número de turbinas eólicas instaladas no país deve-se em parte ao fato de o Uruguai não dispor do mesmo potencial eólico que a Argentina ou o Brasil. De acordo com dados de ICEX (2010), o Uruguai apresentaria 1 GW de potencial eólico, com fator de capacidade variando entre 40% e 45%. Contudo, embora com território mais exíguo, o terreno uruguaio é pouco acidentado, observando-se melhores regimes de vento próximos à costa.

⁷ Disponível em: <http://www.ute.com.uy/Compras/asp_compras/K41938/11K41938C5.pdf>.

Tabela 3 | Ofertas do Procedimiento Competitivo K441938 da UTE

		PROCEDIMIENTO COMPETITIVO		23 de agosto de	
		K41938		2011	
CONTRATOS ESPECIALES DE COMPRAVENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MARCO DEL DECRETO DEL PODER EJECUTIVO 159/011					
Datos extraídos de las Ofertas en el momento de la Apertura					
Nombre oferente	Precio (US\$/MWh)	Precio mejorado (US\$/MWh)	Insumos nacionales (%)	Potencia ofertada (MW)	Departamento
Polesine S.A.	68,25	67,85	40	50,00	Florida
Polesine S.A.	68,25	67,85	40	50,00	Florida
Cadonal S.A.	66,99		36	50,00	Tacuarembó
Molino de Rosas S.A.	69,88	69,37	35	30,00	Maldonado
Molino de Rosas S.A.	69,88	69,37	35	50,00	Maldonado
Ladaner S.A.	95,00		27	50,00	Tacuarembó
Ensol S.A.	66,50		28	40,00	Flores
Ensol S.A.	62,35		33	50,00	Florida
Consorcio Enerfin- Montelecnor	79,90		20	48,60	Canelones
Astidey S.A.	71,00	69,50	31	50,00	Flores
Astidey S.A.	74,00	69,50	31	50,00	Flores
Agua Leguas S.A.	70,01	64,96	27	50,00	Tacuarembó
Agua Leguas S.A.	70,01	64,96	27	50,00	Tacuarembó
Tulifox S.A.	76,00		20	48,60	San Jose
Noukar S.A.	71,69		45	50,00	Lavalleja
Compañía Darinel Inc. S.A.	82,50		30	50,00	Maldonado
Estrellada S.A.	68,50		35	50,00	Cerro Largo
Vientos de Pastoral S.A.	74,76	73,76	20	49,20	Flores
Vientos de Pastoral S.A.	74,76	73,76	20	49,20	Flores
R del Sur S.A.	71,50		30	50,00	Maldonado
Generación Eólica Minas S.A.	63,90		35	42,00	Lavalleja
Vengano S.A.	76,95		20	40,00	Maldonado
Infeval S.A.	88,77		20	50,00	Maldonado
Potencia ofertada total	-	-	-	1.097,60	-

Fonte: Adaptado de UTE (2011).

Isso quer dizer que há espaço para aproveitamento desse potencial eólico e, por conseguinte, desenvolvimento do setor no país.

De forma distinta de seus vizinhos, o Uruguai não conta com nenhum fabricante de aerogeradores completos instalado em seu território. Portanto, por mais que haja políticas de incremento do conteúdo nacional nos parques eólicos uruguaios, existe um evidente limite físico da capacidade de suprimento de componentes nacionalmente.

Segundo ICEX (2010), as empresas uruguaias teriam a capacidade de prover equipamentos e componentes de subestações elétricas, fornecer maquinário e mão de obra para as construções civis associadas e, em médio prazo, fabricar torres de concreto. Isso significa que a principal parcela nacional na construção dos parques será devida a serviços de engenharia e fornecimento de equipamentos suplementares à atividade do aerogerador.

Chile

O mercado elétrico chileno conta com evoluída estrutura de comercialização de energia. Os contratos de compra e venda de longo prazo podem ser realizados entre usinas geradoras, entre usina geradora e consumidor final, ou, ainda, por concorrência, entre usina geradora e distribuidora (esses contratos são de até 15 anos). A energia também pode ser comercializada no mercado de curto prazo (*spot*).

Segundo GWEC (2011a), o Chile disporia de um potencial eólico de 40 GW. É importante delinear que os potenciais eólicos são revistos com frequência, pois estes são estimados de acordo com estudos de ventos que são aperfeiçoados e atualizados constantemente.

Mineradoras são grandes consumidoras finais de energia e, por causa do forte investimento desse setor no país, a demanda energética chilena vem se mostrando crescente.

De acordo com LAWEA (2010), o tamanho reduzido do mercado não proporcionará escala suficiente para a instalação de fabricantes no Chile.

Apesar de o país dispor de uma boa capacidade de engenharia e fabricação de máquinas e equipamentos eletromecânicos, estimulada, sobretudo pelo setor de mineração, não existe uma política incisiva de promoção da produção de aerogeradores no país.

Isso levará o país a ter de importar quantidades crescentes de turbinas eólicas, conforme os parques eólicos forem estruturados. Não obstante a

baixa probabilidade de instalação de fabricantes completos de aerogeradores, existe a possibilidade da fabricação de torres e pás no país [LAWEA (2010)].

Segundo dados do GWEC, em 2010 havia 168 MW eólicos em operação e em 2011 adicionou-se à potência apenas 4 MW novos.

No encontro Brazil Windpower 2012, a Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA) informou que existe um elevado número de projetos eólicos adjudicados prontos para iniciar as obras.

Entretanto, segundo a instituição, o número de pré-requisitos exigidos pela legislação ambiental impede que haja uma celeridade na instalação das usinas.

Em agosto de 2012, havia 203 MW eólicos em operação, 414 MW em construção, 4.183 MW outorgados esperando o atendimento dos requisitos legais, totalizando o montante de 4.800 MW.

Potencial exportador do Brasil

Por meio de dados das licitações ocorridas na Argentina (ENARSA) e no Uruguai (UTE), de instituições do setor energético e industrial na Argentina (CIPIBIC e CAMMESA) e no Chile (ACERA), de instituições especializadas no mercado eólico (LAWEA e GWEC) e de notícias vinculadas na imprensa, captaram-se dados da potência eólica instalada em 2010 e 2011 e projetou-se qual será a potência eólica instalada por ano no Cone Sul de 2012 a 2015, conforme pode ser visualizado nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 | Potência eólica instalada acumulada por ano no Cone Sul

MW – potência acumulada	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Argentina	60,00	113,00	167,00	418,33	669,66	1.369,66
Uruguai	33,30	43,50	53,00	167,00	281,00	395,00
Paraguai	-	-	-	-	-	-
Chile	168,00	172,00	202,00	409,00	811,29	1.707,65
Total – Cone Sul sem Brasil	261,30	328,50	422,00	994,33	1.761,95	3.472,31
Brasil	927,40	1.425,80	2.098,30	4.578,50	6.785,30	7.994,00
Total – Cone Sul	1.188,70	1.754,30	2.520,30	5.572,83	8.547,25	11.466,31

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 | Potência eólica instalada adicionada por ano no Cone Sul

MW – potência adicionada/ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Argentina	27,00	53,00	54,00	251,33	251,33	700,00
Uruguai	12,80	10,20	9,50	114,00	114,00	114,00
Paraguai	-	-	-	-	-	-
Chile	2,55	4,00	30,00	207,00	402,29	896,36
Total – Cone Sul sem Brasil	42,35	67,20	93,50	572,33	767,62	1.710,36
Brasil	325,60	498,40	672,50	2.480,20	2.206,80	1.208,70
Total – Cone Sul	367,95	565,60	766,00	3.052,53	2.974,42	2.919,06

Fonte: Elaboração própria.

Por meio dos dados das tabelas 4 e 5, entre 2010 e 2011 observa-se um crescimento acentuado da instalação de energia eólica em tais países, notando-se que houve investimentos no setor eólico no Chile, na Argentina e no Uruguai.

Verifica-se um crescimento da potência instalada ao ano, que tende a acelerar já em 2013, em esforço continuado do governo dos três países.

Embora haja interesse em diversificar suas matrizes energéticas, a inserção da energia eólica é lenta, e em nenhum desses países projeta-se que até 2015 haja mais de 1 GW instalado ao ano.

Quanto à Argentina, revela-se que somente a partir de 2015 o país despontará como mercado com potência adicionada ao ano acima de 500 MW. Isso se deve ao fato de que o programa de fornecimento de energia elétrica por meio de fontes renováveis (GENREN) entrará em fase avançada. Os primeiros parques do programa estimularão a interconexão do sistema elétrico argentino, possibilitando que, em 2015, novos parques possam ser instalados com maior segurança.

O Chile, conforme já citado, resvala em complexos processos de licenciamento ambiental. Por consequência, projetos que já foram outorgados carecem de permissões para que suas construções sejam iniciadas. Dessa forma, diversos parques que hoje já foram outorgados somente conseguirão entrar em pleno funcionamento a partir de 2013, o que explica os saltos em potência instalada.

Desse modo, não é possível esperar um crescimento do número de parques eólicos construídos de forma linear ao longo dos anos.

Quanto ao Uruguai, já houve licitação de 500 MW em parques eólicos, os quais se encontram em diversos estágios de desenvolvimento. Isso explicaria o crescimento mais constante no decorrer do tempo.

Ressalte-se que os países do Cone Sul demandarão máquinas e equipamentos do setor eólico em volume razoável e crescente.

Por outro lado, o Brasil, entre 2012 e 2015, deve apresentar capacidade produtiva de aerogeradores ociosa, conforme já observado neste trabalho. Apenas lembrando, caso o cronograma de instalação de parques da Aneel seja mantido e a informação da capacidade produtiva instalada da ABEEólica se mantenha, em 2014 haveria capacidade ociosa de pelo menos 30%, ou 1 GW/ano. Assim, em 2014, se a capacidade ociosa das fabricantes de equipamentos para energia eólica for de 1 GW, o Brasil será capaz de suprir totalmente nesse ano a demanda da Argentina, Uruguai e Chile.

Cabe destacar que esse é apenas um exemplo, o qual não evidencia o contorno exato da demanda específica de componentes de aerogeradores e subestações de energia elétrica dos três países. Contudo, é um indicador para a promoção do potencial exportador brasileiro.

Convém repetir que essas são projeções baseadas em diversas fontes consultadas, logo não se espera conhecer com exatidão qual será a potência instalada em cada um desses países. Essas projeções são úteis para demonstrar que, com a capacidade industrial ociosa do Brasil, teoricamente é possível atender à demanda por aerogeradores de países do Cone Sul.

Os fabricantes de equipamentos eólicos no Brasil têm a intenção de utilizar suas unidades fabris para suprir a demanda do mercado interno e para que sirvam de plataformas de exportação para países da América Latina, diminuindo, assim, custos de produção e logísticos para transporte de equipamentos de grande porte, como é o caso dos aerogeradores.

A importância do financiamento

Conforme já evidenciado neste trabalho, observa-se que o Brasil tem capacidade de exportação de aerogeradores e que existe um mercado internacional próximo, com demanda suficiente para absorver o excedente produtivo brasileiro.

Contudo, isso somente será viável caso haja condições competitivas para inserir os produtos nacionais no exterior. Entre as características que

influenciam a decisão de onde os importadores vão adquirir as máquinas e equipamentos para a constituição dos parques, vale ressaltar o preço, a qualidade, as características técnicas dos componentes e as condições de financiamento.

O mercado interno, aquecido pela quantidade de aerogeradores que serão instalados nos próximos anos, vem suscitando o interesse de diversos bancos em financiar novos parques, ressaltando a atuação do Chinese Development Bank no estado de Sergipe, no parque eólico Barra dos Coqueiros.

O BNDES, como principal agente financiador de longo prazo do Brasil, desempenha papel fundamental no financiamento de projetos de energia eólica no Brasil e potencialmente no Cone Sul. Considera-se que a disponibilidade de linhas de financiamento de longo prazo é ponto essencial para o sucesso dos empreendimentos no ramo eólico na América do Sul.

O apoio do BNDES às exportações brasileiras é de grande relevância para o setor, uma vez que fabricantes nacionais de aerogeradores podem se valer do financiamento do Banco para reduzir sua capacidade produtiva ociosa e conquistar no mercado externo relevante destino de sua produção. Para as empresas brasileiras, estão disponíveis as linhas de financiamento às exportações BNDES Exim Pré-Embarque (o financiamento é utilizado como um capital de giro associado à produção destinada à exportação) e Pós-Embarque (financiamento à comercialização, no exterior, de bens e serviços brasileiros).

Cabe ressaltar que o BNDES já atua como financiador em diversos projetos de infraestrutura na América Latina, sendo um dos poucos financiadores de longo prazo da região, apresentando custos e prazos diferenciados. Um estudo da Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear do Uruguay de 2009, avaliando as possibilidades de financiamento na região, descreve o BNDES como instituição financeira que pode possuir estruturas atrativas de financiamento para os parques eólicos uruguaios.

Ademais, o BNDES contribui ativamente para a geração de emprego e renda no país, cumprindo um relevante papel de fortalecimento da demanda interna e externa por aerogeradores e adensamento da cadeia do setor eólico.

Considerações finais

Os países da América do Sul vêm fomentando o aumento da utilização de fontes renováveis de energia por meio de programas de incentivo governamental, abrindo espaço nos processos licitatórios para construção de parques eólicos, além de outras fontes renováveis, como a energia solar, o biogás. Isso acarreta investimentos crescentes nesses países, desenvolvendo essas fontes de energia renovável.

Com o aumento da frequência de processos licitatórios em países como Argentina, Uruguai e Chile, diversas empresas instaladas no Brasil, fabricantes de equipamentos e prestadores de serviços de engenharia, vêm se apresentando ao BNDES e buscando compreender as diversas possibilidades de financiamento de bens e serviços a serem exportados em projetos de construção de parques eólicos na região.

No grupo de empresas interessadas em financiamentos à exportação de bens e serviços do setor de energia eólica, encontram-se as envolvidas diretamente em concorrências internacionais. São empresas que vão expor suas propostas técnicas e comerciais ao contratante no exterior e fornecedoras de equipamentos e serviços em fase de negociação comercial para serem subcontratadas por concorrentes ou já ganhadoras de licitações internacionais.

Atribuem-se três fatores para o aumento da demanda por financiamento à exportação de bens e serviços brasileiros para os parques eólicos na América do Sul: (i) número exíguo de fabricantes de equipamentos eólicos nesses países; (ii) capacidade de produção da indústria eólica brasileira maior do que a demanda do mercado interno, existindo, assim, um potencial exportador; e (iii) a oferta de financiamento a custos competitivos no mercado internacional, sendo o BNDES um dos poucos financiadores de longo prazo da região.

Os países com maior demanda por financiamento do BNDES são Uruguai e Argentina.

Esses países sul-americanos, com bons regimes de ventos, contam com localizações propícias à implantação de usinas eólicas. Na Argentina, como há apenas dois fabricantes de grande porte, o Brasil pode se valer das unidades já instaladas em seu território para exportar aerogeradores e subsistemas elétricos.

Além disso, percebe-se grande competição do setor no Brasil, reduzindo-se as margens de lucro no mercado interno, o que pode abrir novas oportunidades para a exportação brasileira.

Em virtude de um cenário de oportunidades crescentes no mercado da América Latina, além da intensificação das questões ambientais no que tange à geração de energia “limpa”, empresas internacionais do setor de energia eólica vêm ampliando seus planos de investimentos no Brasil, o que possibilitará o desenvolvimento de plantas industriais, com consequente geração de empregos, desenvolvimento local e da cadeia de fornecedores e tecnologia, qualificação de mão de obra técnica e fortalecimento da economia.

Referências

ABEEÓLICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Disponível em: <<http://www.abeeolica.org.br/site/zpublisher/materias/Noticias.asp?id=20192&>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

ALVES, J. J. A. Análise regional da energia eólica no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, Taubaté, v. 6, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.rbhdr.net/012010/artigo8.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Banco de Informações de Geração*. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>>. Acesso em: 11 out. 2012.

_____. *Acompanhamento das Centrais Geradoras Eólicas*, versão 15 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/37.htm>>. Acesso em: 12 out. 2012.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço Energético Nacional 2011*: ano base 2010. Rio de Janeiro, Brasil: EPE, 2011.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. *Informes à Imprensa*. Base de dados em EPE. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço Energético Nacional 2012*: ano base 2011. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2021*. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

BRAZIL WINDPOWER 2012. Rio de Janeiro, Brazil, 29 a 31 ago. 2012.

CAMMESA – COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO. *Inserción de Generación Eólica en Sistema Argentino de Interconexión (SADI)*. Buenos Aires: CAMMESA, 8 nov. 2011.

CIPIBIC – CÂMARA DE INDUSTRIAIS DE PROYECTOS E INGENIERÍA DE BIENES DE CAPITAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. *La Generación de Energía Eólica como plataforma de Desarrollo Industrial*. Buenos Aires: CIPIBIC, 3 jul. 2012. Disponível em: <http://www.cadieel.org.ar/FILES/Contenido12968_1.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2012.

COSTA, R. A.; CASOTTI, B. P.; AZEVEDO, R. L. S. Um panorama da indústria de bens de capital relacionados à energia eólica. *BNDES Setorial*, n. 29. Rio de Janeiro, BNDES, mar. 2009, p. 229-278.

DNETN – DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR. *Las oportunidades de financiamiento para los parques eólicos en el Uruguay, 2009*. Uruguai: DNETN, 2009.

ENARSA – ENERGIA ARGENTINA S.A. *Licitación Pública Nacional e Internacional ENARSA EE 001/2009*. Buenos Aires: ENARSA, mai. 2009.

GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. *Global Wind Report 2009*. Bruxelas: GWEC, abr. 2010. Disponível em: <http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/GWEC_Global_Wind_2009_Report_LOWRES_15th.-Apr..pdf>. Acesso em: 12 nov. 2012.

_____. *Annual Market Update 2010*. Bruxelas: GWEC, abr. 2011a.

_____. *Análise do Marco Regulatório para a Geração Eólica no Brasil*. Bruxelas: GWEC, 2011b. Disponível em: <http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Brazil_report_2011.pdf>. Acesso em: 9 out. 2012.

_____. *Annual Market Update 2011*. Bruxelas: GWEC, mar. 2012.

_____. *Global Wind Statistics 2012*. Bruxelas: GWEC, fev. 2013.

ICEX – INSTITUTO ESPAÑOL DE COMERCIO EXTERIOR. *El Mercado de la Energía Eólica en Uruguay*. Montevideu: ICEX, set. 2010.

LAWEA – ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGIA EÓLICA. *Energia Eólica em América Latina: 2009-2010*. Guadalajara: LAWEA, 2010. Disponível em: <<http://www.lawea.org/YearBook/2009-2010/EspanolFinal/index.html>>. Acesso em: 10 out. 2012.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. *Histórico da Operação. Geração de Energia*. Ano-base 2012. Base de dados em ONS. Disponível em: <http://www.ons.org.br/historico/geracao_energia.aspx>. Acesso em: 1º fev. 2013.

REVISTA EÓLICA Y DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO. *Eozen quiere fabricar aerogeneradores en Chile*. Madri, 1º jul. 2010. Disponível em: <<http://www.evwind.com/2010/07/01/la-eolica-eozen-quiere-fabricar-aerogeneradores-en-chile/>>. Acesso em: 17 nov. 2012.

SALINO, P. J. *Energia Eólica no Brasil: uma comparação do PROINFA e dos novos leilões*. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2011.

URUGUAI. Ministerio de Industria, Energía y Minería. *Programa de Energía Eólica*. Montevideu: MIEM, 2011. Disponível em: <<http://www.energiiaeolica.gub.uy/index.php?page=mapaeos>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

URUGUAY XXI – PROMOCIÓN DE INVERSIONES Y EXPORTACIONES. *Energías Renovables*. Oportunidades de inversión en Uruguay. Montevideu: Uruguay XXI, 2012.

UTE – USINAS Y TRASMISIONES ELÉCTRICAS. *Procedimiento Competitivo K41938*. Montevideu: UTE, 23 ago. 2011. Disponível em: <http://www.ute.com.uy/sispubnoticias/pubadjuntos/7483_Planilla%20de%20Oferentes%20Compraventa%20de%20Energía%20Eléctrica%2023.08.11.xls>. Acesso em: 15 out. 2012.

VESTAS lança turbina com rotor de 126 m de diâmetro. *Jornal da Energia*, São Paulo, 17 set. 2012. Disponível em: <http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=11178&id_tipo=3&id_secao=15>. Acesso em: 20 nov. 2012.

VIEIRA, J. M. *et al.* Uma análise de competitividade para geração de energia elétrica. In: XIII ERIAC DÉCIMO TERCER ENCUESTRO REGIONAL IBEROAMERICANO DE CIGRÉ, Porto Iguaçu. 2009. Disponível em: <<http://www.labplan.ufsc.br/congressos/XIII%20Eriac/C5/C5-05.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2012.

Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro

Elisa Salomão Lage
Lucas Duarte Processi
Luiz Daniel Willcox de Souza
Priscila Branquinho das Dores
Pedro Paulo de Siqueira Galoppi*

Resumo

Os Estados Unidos são, hoje, a região de maior avanço na exploração, no desenvolvimento e na produção de reservas não convencionais de gás, tendo a nova produção reduzido muito o preço do gás natural americano. No Brasil, as reservas não convencionais já mapeadas são consideradas significativas. Localizados em terra, seus recursos poderão desenvolver o mercado de gás no país, interiorizando, de fato, o uso de gás no território nacional. No presente artigo, são abordados diversos aspectos – políticos, institucionais, econômicos, ambientais, geográficos e tecnológicos – da experiência americana na exploração e produção de recursos não convencionais, bem como as perspectivas desse mercado. O mercado brasileiro de gás é apresentado, a fim de uma reflexão, com base no caso americano, apontando-se as perspectivas e obstáculos para o desenvolvimento da exploração de gás não convencional no país.

* Respectivamente, gerente, engenheiro, gerente, chefe do Departamento de Gás e Petróleo e Bens de Capital sob Encomenda do BNDES. Ex-administrador do Departamento de Gás e Petróleo e Bens de Capital sob Encomenda do BNDES, e *network manager* da UN PRI no Brasil.

Introdução

A descoberta, em diversas regiões, de grandes reservas de gases não convencionais¹ vem gerando a expectativa de relevantes mudanças no mercado mundial de energia. Países tradicionalmente importadores de gás natural passaram a vislumbrar possibilidades de se tornar autossuficientes ou mesmo exportadores do energético. Mudanças nas matrizes energéticas de algumas regiões também estão sendo planejadas, em razão das expectativas de maior oferta de gás a preços mais competitivos, reduzindo, em muitos casos, o uso de combustíveis mais poluentes e inibindo o desenvolvimento de energias renováveis.

O ritmo de desenvolvimento das etapas de exploração e produção dos poços de gás não convencional em cada país vai depender das características geológicas, institucionais, ambientais, tecnológicas e de mercado de cada região. Assim, vão influir de forma distinta no desenvolvimento dos recursos não convencionais de cada local: o perfil da matriz energética e a necessidade de cumprir metas de redução das emissões de gases do efeito estufa; bem como o nível de preço do gás; o custo de produção; a localização das reservas; a infraestrutura existente para escoamento, processamento e armazenamento do gás; e o grau de maturidade do mercado consumidor.

O mercado norte-americano vem sendo a região de maior avanço na exploração, desenvolvimento e produção de reservas não convencionais, tendo a nova produção reduzido muito o preço do gás americano. O *shale gas* (gás de folhelho)² foi o grande responsável pelo aumento da oferta de gás no país na última década, entretanto, outros recursos não convencionais, como *tight gas* e *coalbed methane*, também vêm sendo produzidos nos Estados Unidos desde 1970. Essa nova oferta não convencional já impacta o mercado americano, intensificando o uso do gás natural nacional na matriz energética e criando oportunidades, por meio de maiores vantagens competitivas, para indústrias energo-intensivas ou dependentes do gás como matéria-prima.

¹ De maneira geral, gases não convencionais são aqueles produzidos a partir de rochas tradicionalmente consideradas incapazes de expelir volumes comerciais de hidrocarbonetos. As acumulações convencionais produzem gás a partir de rochas porosas e permeáveis, tais como arenitos e carbonatos. Acumulações não convencionais, por outro lado, produzem volumes de gás a partir de arenitos fechados e não permeáveis (*tight gas*), de rochas finas como folhelhos (*shale gas*), de carvão mineral (*coalbed methane*), ou de arenitos e carbonatos fechados, mas extremamente fraturados (*fractured reservoirs*) [Zalan (2012)]. Alguns autores, entre os quais Maugeri (2012), relacionam os recursos em águas ultraprofundas como recursos não convencionais em função do alto custo de exploração e produção.

² No Brasil, o termo *shale gas* vem sendo traduzido como gás de xisto, porém a tradução mais correta é gás de folhelho.

No Brasil, as reservas não convencionais já mapeadas são consideradas significativas. Localizados em terra, seus novos recursos poderão desenvolver o mercado de gás natural do país, interiorizando,³ de fato, o uso de gás no território nacional. A possibilidade de preços mais baixos de gás natural no país, decorrente de uma oferta maior e mais descentralizada, já cria expectativas na indústria gás-intensiva brasileira, a exemplo do que ocorreu nos Estados Unidos, porém, deve-se ressaltar que as características dos mercados americano e brasileiro para o desenvolvimento de suas reservas são bastante distintas.

O presente estudo, tendo em vista que no momento o *shale gas* é um recurso não convencional de grande relevância, tratará principalmente desse recurso.

Oferta internacional de gás não convencional

Segundo estimativas, as principais reservas de *shale gas* estão localizadas na China, seguida dos Estados Unidos, da Argentina e do México. O Brasil figura como décimo colocado no *ranking* mundial de reservas tecnicamente recuperáveis⁴ desse gás (Tabela 1).

Tabela 1 | Estimativa das reservas mundiais de gás natural

País	Reservas de gás natural comprovadas (trilhões de m ³)	Reservas de gás de folhelho tecnicamente recuperáveis (trilhões de m ³)
Europa		
França	0,01	5,10
Alemanha	0,18	0,23
Holanda	1,39	0,48
Noruega	2,04	2,35
Reino Unido	0,25	0,57
Dinamarca	0,06	0,65

Continua

³ Considerando que a produção brasileira de gás natural ocorreu histórica e majoritariamente no mar, a malha de transporte do país se desenvolveu ao longo da costa, havendo pouca disponibilidade de gás no interior do país.

⁴ Reservas tecnicamente recuperáveis são aquelas reservas que podem ser produzidas por meio das tecnologias atuais.

Continuação

País	Reservas de gás natural comprovadas (trilhões de m³)	Reservas de gás de folhelho tecnicamente recuperáveis (trilhões de m³)
Suécia	-	1,16
Polônia	0,16	5,29
Turquia	0,01	0,42
Ucrânia	1,10	1,19
Lituânia	-	0,11
Outros	0,08	0,54
América do Norte		
Estados Unidos	7,71	24,40
Canadá	1,76	10,98
México	0,34	19,28
Ásia		
China	3,03	36,10
Índia	1,07	1,78
Paquistão	0,84	1,44
Oceania		
Austrália	3,11	11,21
África		
África do Sul	-	13,73
Líbia	1,55	8,21
Tunísia	0,07	0,51
Argélia	4,50	6,54
Marrocos	0,00	0,31
Saara Ocidental	-	0,20
Mauritânia	0,03	-
América do Sul		
Venezuela	5,06	0,31
Colômbia	0,11	0,54
Argentina	0,38	21,91
Brasil	0,37	6,40

Continua

Continuação

País	Reservas de gás natural comprovadas (trilhões de m³)	Reservas de gás de folhelho tecnicamente recuperáveis (trilhões de m³)
Chile	0,10	1,81
Uruguai	-	0,59
Paraguai	-	1,76
Bolívia	0,75	1,36
Total das áreas acima	36,07	187,47
Total do mundo	187,10	-

Fonte: ANP (2012).

Em relação à produção, os Estados Unidos exercem a liderança. O país iniciou a produção de *shale gas* há algumas décadas, mas, a partir da segunda metade dos anos 2000, ela começou a se expandir rapidamente, crescendo cerca de 45% a.a. entre 2005 e 2010, quando atingiu 141 bilhões de metros cúbicos (bcm). Considerando-se todos os tipos de gás não convencional, a produção somava 358 bcm em 2010 [IEA (2012)].

O aumento da produção americana no período resultou de diversos aspectos políticos, institucionais, econômicos, ambientais, geográficos e tecnológicos que viabilizaram a extração. De fato, a necessidade de aumentar o suprimento para garantir a segurança energética do país,⁵ o apoio do governo no incentivo à exploração e à produção, o elevado nível dos preços do gás na década de 2000, a localização das reservas próximas à infraestrutura de escoamento já existente, a obrigação de atingir metas de redução da emissão de gases do efeito estufa e uma combinação de avanços nas tecnologias de produção propiciaram um ambiente atrativo aos investimentos em exploração e produção não convencional no país.

O desenvolvimento da produção de *shale gas* em outras regiões vai depender de como esses países enxergam suas necessidades ambientais e de segurança energética e de como seus governos criarão políticas de incentivo à produção e coordenarão o estabelecimento da infraestrutura necessária. Além disso, o desenvolvimento e a aplicação das tecnologias de extração,

⁵ Sobre a importância da descoberta do *shale gas* para a redução da dependência americana do fornecimento de gás externo, ver Baker Institute (2011).

adaptadas às condições de cada país, também acarretarão em maior ou menor produção.

A China, por exemplo, maior detentora de reservas de *shale gas* do mundo, deverá de fato expandir sua produção, já que o país tem elevadas metas de redução de emissões de gases do efeito estufa e já investiu bilhões na aquisição de participações em empresas americanas produtoras de *shale gas* para conhecer as técnicas de produção utilizadas nos Estados Unidos.

A experiência americana: os fundamentos da “revolução do gás natural”

Segurança energética

Historicamente, a política energética americana buscou alcançar de forma sistemática três objetivos principais:

- ampliação das reservas e preservação da produção nacional de modo a viabilizar a indústria petrolífera americana,⁶ que só é viável com preços de óleo acima do custo de produção no território americano;
- garantia de acesso às reservas fora dos Estados Unidos para as empresas americanas, o que é facilitado com preços de óleo mais baixos e renda petrolífera a apropriar reduzida [Parboni (1981); Rutledge (2006); Serrano (2004); Fiori, Medeiros e Serrano (2008)]; e
- garantia do abastecimento externo.

Essa política cria, portanto, um dilema de preços para viabilizar a produção doméstica, a atuação de empresas americanas no exterior e a garantia do suprimento externo.

O esforço de diversificação das fontes de suprimento energético passa pela procura por novas fronteiras exploratórias *offshore* e não convencionais,⁷ que, em geral, têm custos mais elevados de exploração e produção e, por-

⁶ Além das empresas de grande porte, como Chevron e Conoco Philips, a estrutura da indústria petrolífera americana é composta por um conjunto muito grande de pequenas e médias empresas que detinha, no início dos anos 2000, 46% da produção total do óleo, configurando uma forte dependência dos Estados Unidos em relação a essas empresas. Também denominadas produtoras independentes, são representadas no país pela Independent Petroleum Association (Associação de Produtores Independentes) [Rutledge (2006)].

⁷ Desde a década de 1970, período em que ocorreram os dois choques do petróleo e em que a produção de óleo e gás natural americana entra em declínio, a prioridade dos Estados Unidos passa a ser o apoio ao desenvolvimento de novas fronteiras exploratórias [Parboni (1981); Yergin (2011)].

tanto, requerem preços de óleo e gás também acima de determinados patamares para que sejam viáveis.

A evolução dos preços do óleo está bastante relacionada à capacidade de oferta dos países da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep), que utilizam estratégias de controle de produção e de expansão da capacidade para manipular preços e manter as margens da indústria e suas rendas petrolíferas. Historicamente, os países-membros mantiveram uma capacidade ociosa em nível capaz de acomodar as pressões de demanda, tendo a Arábia Saudita função fundamental nessa estratégia, já que desempenhava o papel de produtor de última instância (*swing producer*).

No fim da década de 1990, os preços do petróleo atingiram seus menores níveis desde os anos 1970, entretanto, esse declínio não foi planejado pelos países da Opep, mas resultante de um erro estratégico da organização. Os preços deprimidos desestimularam a produção local americana e aceleraram a dependência do país do suprimento externo.⁸

Na década de 2000, com a retomada da demanda, puxada pelos países em desenvolvimento, e a fraca expansão da produção dos países não Opep, a organização modificou sua estratégia de mercado e de investimentos. Na primeira metade da década, como já fazia, procurou estabilizar os preços reduzindo a capacidade ociosa de seus países-membros e atendeu à expansão marginal da demanda. Na segunda metade, no entanto, passou a deixar que a demanda pressionasse os preços e o equilíbrio fosse alcançado pela entrada de produtores com maior custo marginal, isto é, a preços mais elevados.

Apesar da redução de sua capacidade ociosa, os países-membros da Opep não vêm realizando investimentos significativos para ampliar sua capacidade produtiva, tornando os preços mais voláteis e sujeitos a restrições de oferta ou a aumentos inesperados da demanda. Tal fato aumenta a percepção de vulnerabilidade da oferta e o risco à segurança energética americana.

Com a percepção do risco à segurança energética, os Estados Unidos vêm buscando maior coordenação com a Opep, especialmente com a Ará-

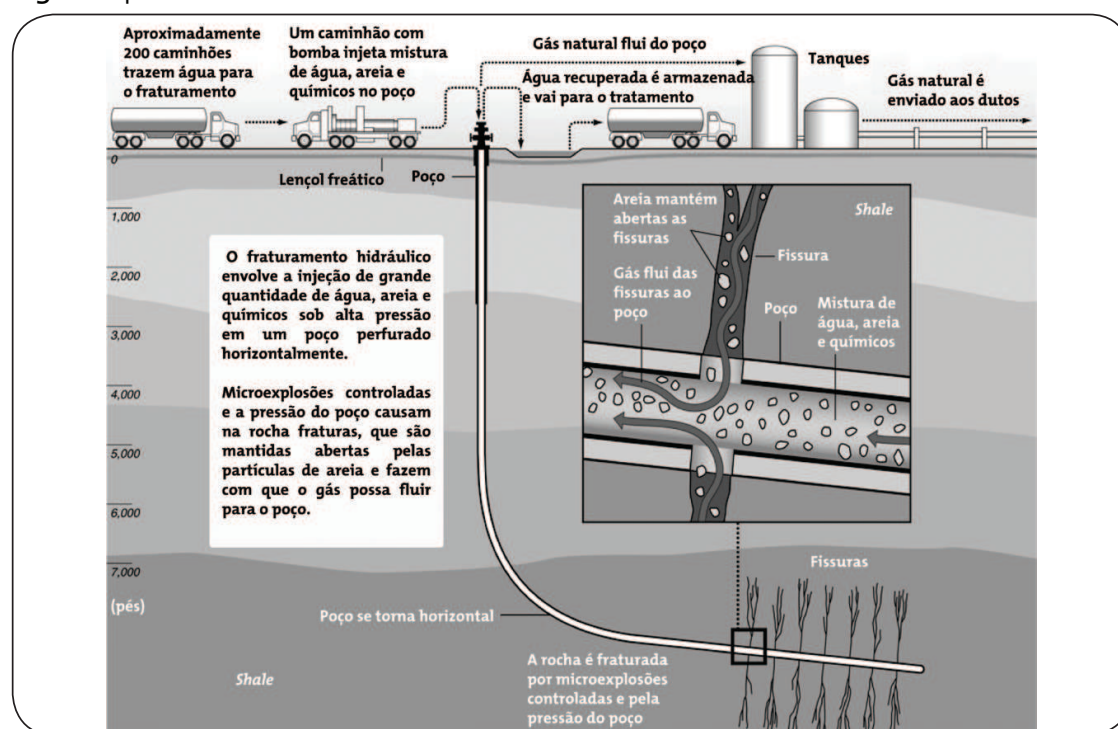
⁸ Na década de 1990, as importações de óleo atingiram patamares superiores a 50% da produção total, de acordo com Institute for Energy Research.

bia Saudita, com o objetivo de manter o nível de preços compatível com os novos custos de produção da indústria do petróleo, cada vez mais elevados.⁹

Avanços nas tecnologias de produção

O aumento na produção de *shale gas* nos Estados Unidos decorreu, entre outros motivos, dos avanços nas técnicas de exploração e produção desse recurso. Todas essas técnicas já eram utilizadas na indústria do petróleo e gás natural, todavia, os avanços em algumas tecnologias e a combinação delas para a extração do *shale gas*, em especial a perfuração horizontal e o fraturamento hidráulico – mostrado na Figura 1 –, foram exitosos no aumento da produção.

Figura 1 | Processo de fraturamento hidráulico



Fonte: Propublica (tradução do autor).

A extração do *shale gas* está fundamentada nas seguintes etapas: exploração sísmica 3D, preparação do terreno, perfuração vertical e horizontal, fratura hidráulica, gestão de resíduos e produção propriamente dita.

⁹ Esses custos vêm sendo crescentes nos Estados Unidos em função da busca por fontes não convencionais e da decisão de explorar óleo no Alasca [Rutledge (2003; 2006)]. Contribui também para a elevação dos custos o declínio natural de várias regiões maduras fora da Opep, como o Mar do Norte e o Golfo do México. Ademais, há uma defasagem entre o ritmo aquém do esperado do desenvolvimento de novas áreas de fronteira, como o Mar Cáspio e a Costa Oeste Africana [EPE (2008)].

- Exploração sísmica: o interior das formações rochosas é mapeado com a utilização de ondas sonoras e reconstrução 3D, identificando-se a profundidade e a largura das rochas de xisto. Esse processo pode ser conduzido pelo ar, por computação (analisando-se dados antigos), ou pelo solo.
- Preparação do terreno: em área de aproximadamente 20.000 m², o terreno é nivelado e compactado para acomodar os equipamentos de exploração e produção. Infraestrutura de acesso ao local também deve ser provida nessa fase, para viabilizar a logística da operação, que envolve, entre outros elementos, uma grande quantidade de caminhões e maquinário pesado.
- Perfuração vertical: perfuram-se até 12 poços em direção à rocha de xisto, situada em profundidade típica de 1,2 km a 3,6 km. As paredes do poço são revestidas com camadas de aço e cimento. Destaca-se que nesse tipo de formação os recursos tendem a estar distribuídos ao longo de imensas áreas geográficas, ao contrário das fontes convencionais, cujos recursos estão distribuídos em limites espaciais bem mais restritos. Essa característica do gás de folhelho reduz significativamente seu risco exploratório [MIT (2011)]. Assim, conhecendo-se a geologia do local, a produção torna-se mais previsível.
- Perfuração horizontal: são perfuradas as seções horizontais do poço, de até 1,2 km de extensão, em diferentes direções. Sensores de gás são utilizados para garantir que o poço se restrinja à área que contém os hidrocarbonetos. Depois de trinta a quarenta dias de perfuração, pode-se completar a cabeça de poço. Essa etapa foi uma das técnicas de maior impacto na viabilização da produção de *shale gas*, juntamente com a fratura hidráulica, descrita a seguir.
- Fratura hidráulica (*fracking*): a capa de concreto da seção horizontal é perfurada com uma série de explosões controladas e a mistura de água, areia e componentes químicos é injetada sob alta pressão (5.000 psi). A areia é utilizada para manter abertas as fissuras na rocha, permitindo o fluxo do gás. Essa etapa dura, em geral, entre três e dez dias. O aluguel de equipamentos de perfuração e fratura hidráulica representa o maior item de custo na exploração do *shale gas*. Esse custo vem se reduzindo drasticamente nos últimos dez anos,

à medida que as empresas aprendem a completar a perfuração e a fratura hidráulica em tempos cada vez menores. Segundo estudo do Breakthrough Institute [Trembath *et al.* (2012)], ainda há espaço na indústria para redução de custos via redução do tempo de uso desses equipamentos alugados.

- Gestão de resíduos: a grande quantidade de água utilizada na etapa anterior é armazenada em tanques, devendo ser devidamente tratada e descartada.
- Produção: a árvore de natal é posicionada para que o gás possa fluir até a estação de compressão e, posteriormente, a infraestrutura de transporte.

Ressalte-se que o impacto ambiental das técnicas de produção de *shale gas*, especialmente da fratura hidráulica, vem sendo bastante questionado nos Estados Unidos. A possibilidade de causar tremores na terra, o grande uso de água no processo e a possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos levam os órgãos reguladores da indústria a criar normas cada vez mais rígidas, buscando minimizar o risco de tais impactos. Com a nova regulação, os custos de produção tendem a se elevar.

Incentivos à exploração do gás não convencional

Desde os anos 1970, o Estado americano está envolvido no desenvolvimento das tecnologias de extração de *shale gas*, apoiando atividades de pesquisa e desenvolvimento, concedendo incentivos fiscais, ou atuando em parceria com a iniciativa privada para compartilhar custos em determinados projetos.

O apoio do estado americano tem um impulso geopolítico importante, já que seguindo a perspectiva de gás natural abundante, a necessidade de importação se reduz e, com isso, diminui também o poder de barganha dos países produtores de gás, principalmente Rússia, Venezuela e Irã, sobre os Estados Unidos.

Esse apoio teve alguns marcos importantes nas três últimas décadas, a partir da queda da produção americana:

- Projetos de demonstração: uma série de parcerias entre universidades e empresas privadas na Pensilvânia e na Virgínia Ocidental iniciou protótipos nos campos do Leste dos Estados Unidos (Eastern Gas Shale Projects) [Yergin (2011)].

- Perfuração horizontal: engenheiros do National Energy Technology Laboratory patentaram tecnologias de perfuração horizontal, embrião das modernas técnicas de perfuração horizontal multidirecionais utilizadas atualmente [Trembath *et al.* (2012)].
- Brocas de perfuração: a parceria entre a General Eletrics e o Department of Energy (DOE) desenvolveu brocas de perfuração de diamantes (*diamond-studded bits*), mais eficientes para a formação geológica típica do *shale gas*.
- Tecnologias de imagem: foram desenvolvidas novas tecnologias para mapear as fraturas e a distribuição irregular dos depósitos de gás, por meio da incorporação das técnicas de microssísmica desenvolvidas e aplicadas para minas de carvão.
- Incentivos fiscais: o congresso criou incentivo para a produção de gás não convencional em que se concedia US\$ 0,50 por metro cúbico de gás natural não convencional produzido (Section 29). Esse incentivo vigorou no período de 1980 a 2002, quando a Mitchell Energy extraiu gás em escala comercial do campo de Barnett.¹⁰
- Subsídios para projetos de demonstração: concessão de subsídios e parcerias para o desenvolvimento de protótipos, incluindo o primeiro caso exitoso de perfuração horizontal multidirecional no Condado de Wayne (Virgínia Ocidental) em 1986; e a primeira perfuração horizontal no campo de Barnett, executada pela Mitchell Energy em 1991.

Além dos marcos expostos, há um incentivo fiscal relevante para a indústria de óleo e gás, baseado em lei regulamentada em 1954 que autoriza os produtores a deduzirem seus gastos com exploração e desenvolvimento, denominados custos intangíveis de exploração e desenvolvimento,¹¹ da alíquota efetiva do imposto de renda¹² a recolher em cada período, em vez de capitalizá-los e reconhecê-los ao longo do tempo.

¹⁰ Nesse período, a produção de gás não convencional quadruplicou [Trembath *et al.* (2012)]. Para detalhes do referido projeto e da experiência do Barnett, ver Yergin (2011).

¹¹ Os custos intangíveis de exploração e desenvolvimento englobam os gastos necessários para os serviços geológicos, de perfuração e de preparação dos poços para a produção de óleo e gás. Nesses gastos, estão incluídos salários, combustíveis, suprimentos diversos para a exploração e produção, bem como para a construção de toda a infraestrutura de escoamento (limpeza de terreno, construção de estradas, tanques, gasodutos) [KPMG (2011)].

¹² Nos Estados Unidos, a alíquota do Imposto de Renda é de 35%.

Ainda que essa lei seja extensiva a toda a indústria de óleo e gás, a intensidade das atividades exploratórias e de desenvolvimento de *shale gas*, evidenciada pelo número de poços perfurados e pela infraestrutura associada, faz as empresas desse segmento serem bastante beneficiadas por esse incentivo.

A título de ilustração, observa-se o caso da Chesapeake Energy Corp, uma das principais empresas do setor, que apurou lucro antes do imposto de renda de US\$ 5,5 bilhões e pagou apenas US\$ 53 milhões de imposto de renda no mesmo período. Caso não houvesse esse incentivo, a empresa teria pagado cerca de US\$ 1,9 bilhão [Bloomberg (2012)].

Preços e custos de produção do shale gas

Os elevados patamares de preços alcançados nos anos 2000 viabilizaram a procura por novas fronteiras exploratórias *offshore* e não convencionais, possibilitando a exploração e a produção de *shale gas*.

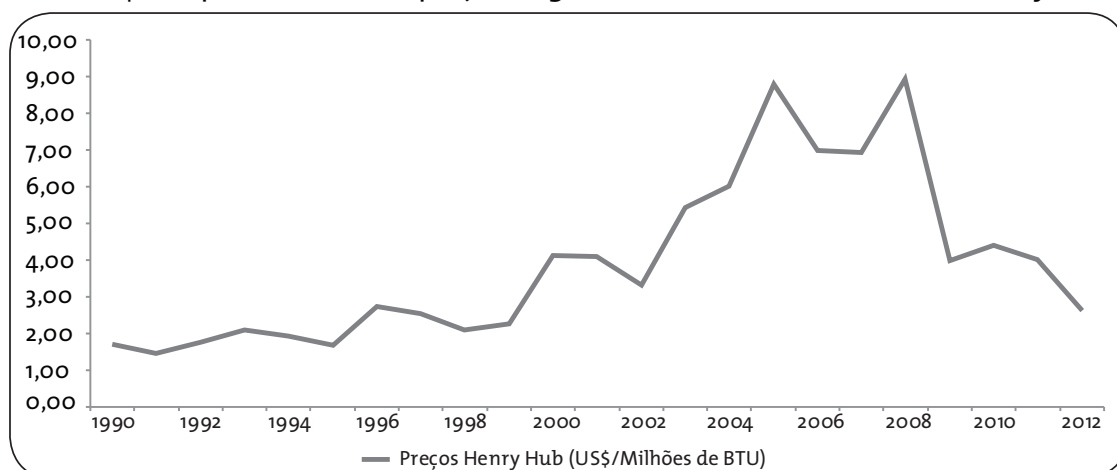
Ressalte-se que os preços dos recursos petrolíferos não são determinados apenas pela simples relação entre oferta e demanda,¹³ desempenhando os custos de produção papel fundamental em sua formação. Na realidade, os movimentos de oferta e demanda causam oscilações nos preços ao redor de certa tendência, que é determinada pela evolução dos custos.

No caso específico do gás natural, mesmo com todo o esforço para viabilizar a exploração de recursos não convencionais e o avanço tecnológico na indústria, o *boom* da produção de *shale gas* só ocorreu na década de 2000, quando os preços se elevaram, conforme gráficos 1 e 2.

Nos diversos mercados regionais, geralmente dois fatores principais fazem o preço do gás natural acompanhar o preço do óleo: o grau de substitutibilidade entre os combustíveis, uma vez que o gás natural compete com os derivados do petróleo; e o fato de ambos resultarem do mesmo processo produtivo, utilizando os mesmos equipamentos de exploração e produção. Em alguns casos, como nos mercados europeu e asiático, os contratos de longo prazo de gás natural são indexados ao óleo ou a uma cesta de óleos.

¹³ Alguns fatores determinam a demanda de óleo e gás no longo prazo: crescimento econômico, mudanças na intensidade da utilização da energia na economia e potencial de substituição de combustíveis [IGU (2011)].

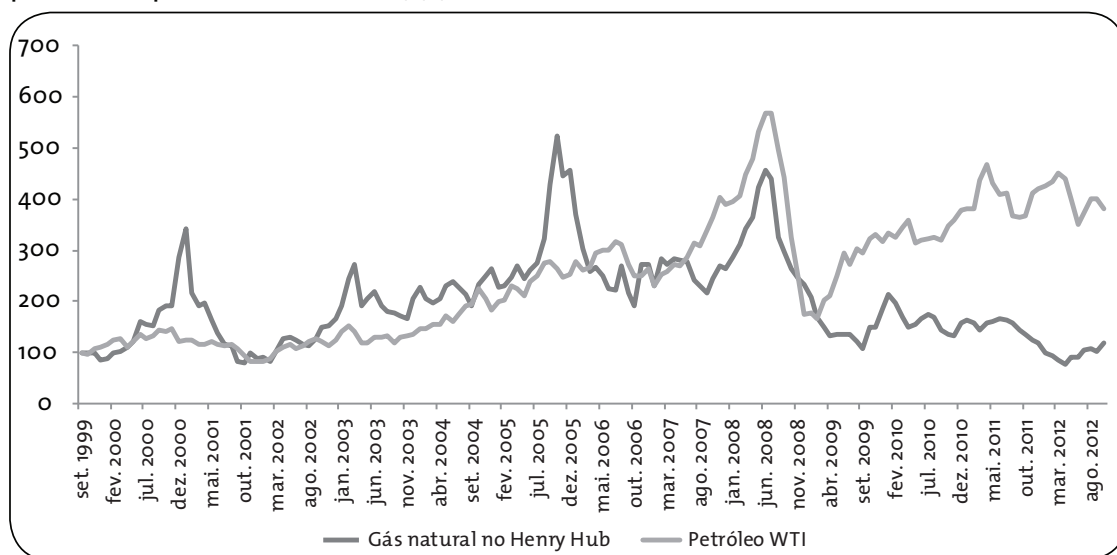
Gráfico 1 | Comportamento dos preços do gás natural nos Estados Unidos (Henry Hub)



Fonte: Reuters.

Contudo, nos últimos anos, verifica-se no mercado americano um descolamento do preço do gás em relação ao preço do óleo,¹⁴ conforme o Gráfico 2. Apesar de não haver consenso na literatura e nos debates atuais, há indícios de que este não é um movimento estrutural e de que os fatores anteriormente listados restabelecerão no longo prazo o atrelamento entre os preços do gás e do óleo nos Estados Unidos.

Gráfico 2 | Comportamento dos preços do gás natural nos Estados Unidos e do petróleo tipo WTI (base: set. 1999 = 100)



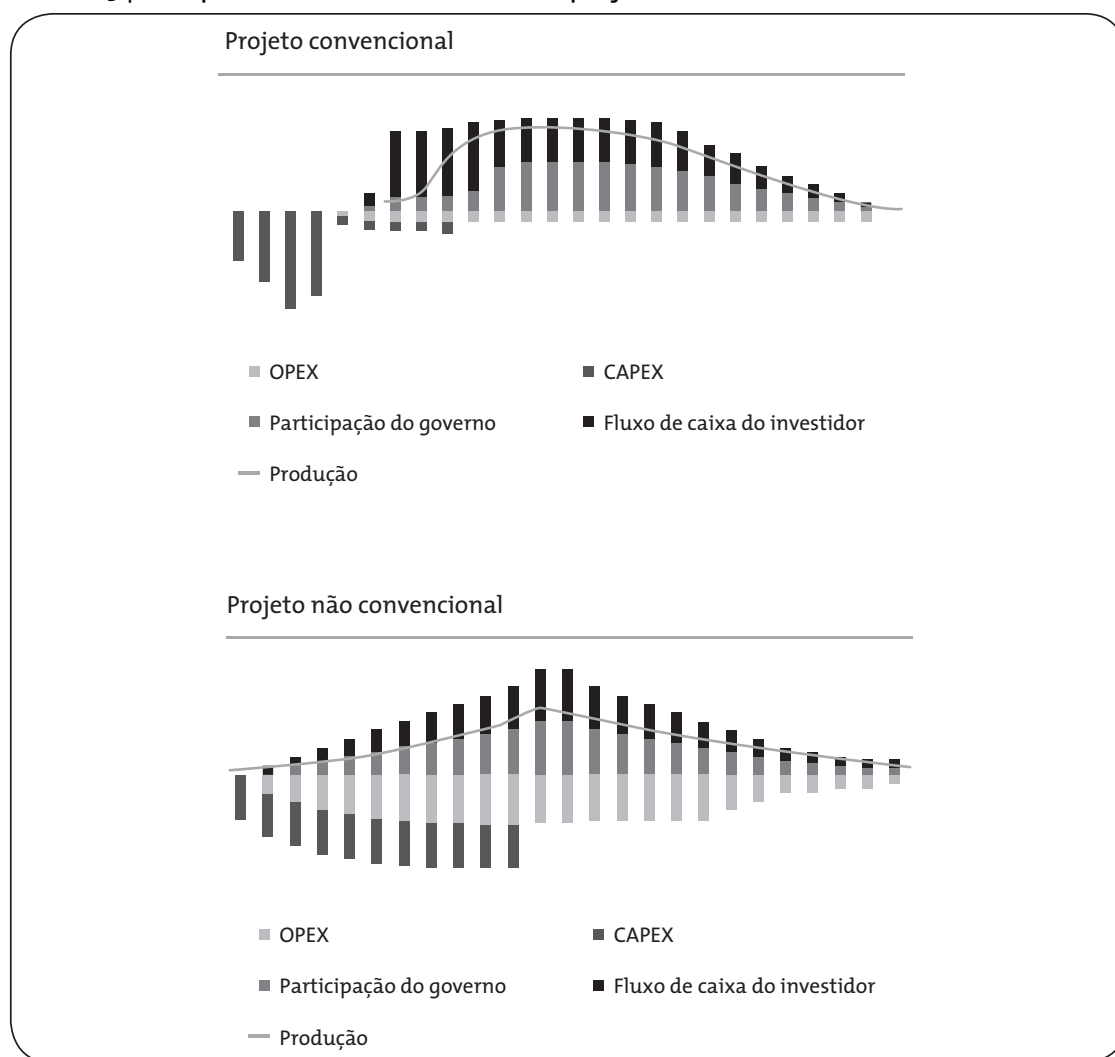
Fonte: Elaboração própria, com base em ANP (2012) e dados da Bloomberg.

¹⁴ Um dos fatores que atualmente contribuem para a manutenção do preço do gás em patamar inferior ao preço do óleo são os dispositivos contratuais que impedem as empresas independentes de restringir a oferta de gás no curto prazo. Essa questão será discutida em “Sistema propriedade dos minerais, estrutura da indústria e mecanismos de financiamento”, neste artigo.

Com relação ao custo de produção do *shale gas*, cabe ressaltar que os poços apresentam taxa de declínio muito acelerada, de 63% a 85% no primeiro ano de produção, exigindo um esforço exploratório elevado e contínuo em novos poços¹⁵ para manter ou ampliar a produção atual [MIT (2011)], comportamento bastante distinto dos projetos convencionais.

No Gráfico 3, é possível comparar, conceitualmente, os fluxos de caixa de projetos convencionais e não convencionais.

Gráfico 3 | Comparativo de fluxo de caixa de projetos convencionais e não convencionais



Fonte: Royal Dutch Shell.

Por começarem a produzir bastante rápido, os projetos de gás não convencional realizam grande parte das despesas de capital (CAPEX) durante a produção, o que permite ao operador, em função da taxa de recuperação

¹⁵ No período de 2006 a 2008, foram perfurados 33 mil poços; ao passo que, em 2011, foram perfurados vinte mil [Hughes (2011)].

dos poços já perfurados, realizar ajustes na decisão de investimento ao longo do projeto. Essas despesas de capital alongadas traduzem a necessidade contínua de perfuração para se manter a taxa de produção do projeto. Observa-se também que, apesar de exigirem CAPEX elevado, não há nesses projetos um grande comprometimento inicial de capital em comparação aos projetos convencionais.

As despesas operacionais (OPEX) dos projetos não convencionais são mais elevadas que as dos projetos convencionais, traduzindo o elevado custo de produção dessas reservas. O projeto também tem *payback* mais longo, pois o pico de produção do campo só é alcançado depois do investimento para desenvolvimento dos vários poços do projeto.

É importante ressaltar que, individualmente, os custos de produção de cada poço vão variar de forma significativa a depender de suas taxas de recuperação e das características da produção (gás seco, condensado ou associado a óleo), entre outros fatores. Há controvérsia sobre os custos de produção do *shale gas* nos Estados Unidos, na medida em que as informações de custo não são disponibilizadas facilmente [IGU (2011)]. O número médio utilizado pela indústria como *break-even cost* se situou entre US\$ 3 e US\$ 8 por milhões de BTU¹⁶ no ano de 2010.

Assim, caso a produção consiga se manter a esse custo e com os preços atuais, o movimento recente de queda de preços parecerá estrutural; do contrário, caso a produção se reduza por inviabilidade de custos, os preços tenderão a aumentar, caracterizando um movimento cíclico.

Localização das reservas e infraestrutura

Outro aspecto que impulsionou o rápido desenvolvimento da produção do *shale gas* nos Estados Unidos foi a localização descentralizada das reservas pelo território americano, a despeito de os maiores volumes já encontrados estarem concentrados nas regiões Nordeste e Centro-Sul do país, respectivamente nas formações de Marcellus¹⁷ e Haynesville.¹⁸

A infraestrutura de transportes de gás dos Estados Unidos, quando do início da produção de *shale gas*, já se mostrava bastante abrangente e integrada,

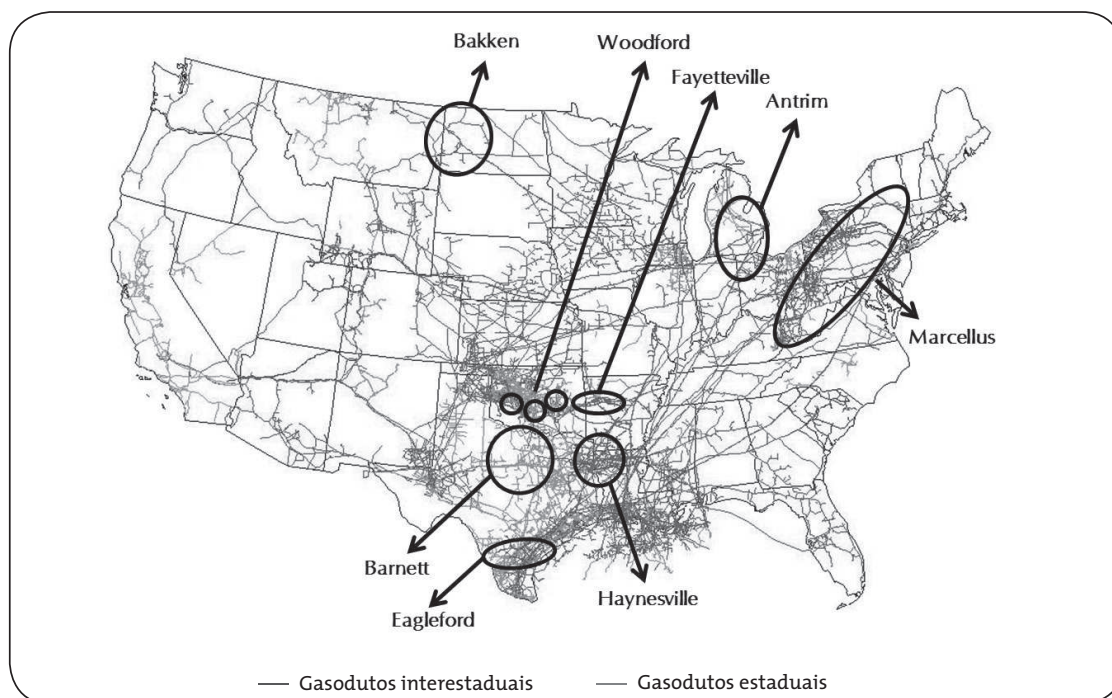
¹⁶ IEA (2012) estima que o custo em 2010 situava-se entre US\$ 3 e US\$ 7/milhões de BTU. Já MIT (2011) estima o intervalo de US\$ 4 a US\$ 8/milhões de BTU para o mesmo ano.

¹⁷ Localizada nos estados de Nova York, de Nova Jersey, da Pensilvânia, da Virgínia e de Ohio.

¹⁸ Localizada nos estados do Texas e da Louisiana.

o que favoreceu o escoamento da produção para os mercados consumidores sem que grandes investimentos fossem realizados. A Figura 2 exibe a malha de gasodutos do país e as principais áreas de exploração de *shale gas*.

Figura 2 | Mapa de gasodutos nos Estados Unidos



Fonte: ANP (2012).

Verifica-se que as principais áreas de exploração estão localizadas em regiões que dispõem de intensa malha de transporte. Ademais, deve-se notar que, nos Estados Unidos, o mercado de gás natural é liberalizado, havendo competição entre os agentes dos diferentes segmentos do mercado de gás natural e livre acesso aos gasodutos de transporte.

A descoberta do *shale gas* no território americano modificou o padrão geográfico da produção, antes concentrada no Golfo do México. Essa mudança deverá ser cada vez mais relevante à medida que a produção do campo de Marcellus for expandida. Apesar da abrangência da malha atual, essa nova configuração implicará investimentos relevantes na infraestrutura de transporte americana. De acordo com MIT (2011), considerando-se as projeções oficiais para expansão da produção e da demanda, estima-se que serão necessárias de 30 mil a 60 mil milhas adicionais de gasodutos de transporte e de rede de distribuição. Ademais, serão necessárias capacidades adicionais de estocagem de 370 bilhões de m³ a 600 bilhões de m³,

além de investimentos em capacidade de processamento de gás, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 | Investimentos esperados em infraestrutura de gás nos Estados Unidos de 2009 a 2030 (em US\$ bilhões)

Região	Transporte	Armazenamento	Escoamento	Processamento	GNL	Total	(%)
Canadá	33,0	0,4	1,2	1,0	-	35,6	17
Ártico	24,0	-	1,0	3,5	-	28,5	14
Sudoeste	27,6	1,3	4,2	7,5	0,4	41,0	20
Central	24,8	0,2	0,7	4,8	-	30,5	15
Sudeste	15,4	1,4	0,4	2,3	1,3	20,8	10
Nordeste	10,1	1,0	2,3	1,6	-	15,0	7
Meio-Oeste	12,9	0,4	0,2	-	-	13,5	6
Oeste	8,7	0,5	0,1	1,0	-	10,3	5
<i>Offshore</i>	6,3	-	7,8	-	-	14,1	7
Total	162,8	5,2	17,9	21,7	1,7	209,3	
(%)	78	2	9	10	1		

Fonte: MIT.

Assim, espera-se que os investimentos futuros em infraestrutura de escoamento tenham, além de longo tempo de maturação, custos elevados para a indústria do gás. Essas inversões podem, em longo prazo, contribuir para a elevação do custo do gás nos Estados Unidos.

Sistema propriedade dos minerais, estrutura da indústria e mecanismos de financiamento

Nos Estados Unidos, atribui-se a propriedade do hidrocarboneto ao proprietário da terra sob a qual a reserva está localizada.¹⁹ Este passa, então, a ser o responsável pela extração do gás ou, mais comumente, por ceder

¹⁹ Diversos autores apontam a propriedade privada dos *mineral rights* como um dos principais fatores que possibilitaram a “revolução do *shale gas*” no território americano. Para WSJ (2012), esse movimento não se deveu ao governo e seu planejamento, mas à combinação entre tomada de risco por parte dos proprietários e propriedade privada. Hunt (2012) enfatiza a tradição de propriedade privada e *mineral rights* na cultura americana como fator determinante. Para Williams (2012), a possibilidade de o proprietário privado lucrar com a quantidade de gás extraída sob seus domínios foi fundamental para que pudesse permitir em seu território a atividade da exploração e produção de *shale gas* e os possíveis distúrbios que dela advêm.

seu direito de extração a terceiros via *lease*.²⁰ O cedente pode ser o governo federal americano, mas também um governo estadual ou mesmo uma pessoa privada.

Em terras federais americanas, o processo de *lease* para extração de óleo e gás é regido pelo Mineral Leasing Act, de 1920. Esse documento aponta o Bureau of Land Management (BLM), divisão do Department of the Interior (DOI), como responsável por avaliar o potencial das áreas federais e organizar leilões para a concessão dos *leases*. Esses leilões são conduzidos de forma oral e saem vencedores aqueles que propuserem o maior bônus para as áreas leiloadas.²¹ Além do bônus, pago a título de aquisição do *lease*, o contrato prevê pagamento anual de aluguel (US\$ 2 por acre) e de *royalties* (12,5% do valor da produção). Em contrapartida, o vencedor recebe o direito de explorar e produzir os hidrocarbonetos contidos nas terras leiloadas, durante o período de dez anos, renovado automaticamente enquanto existir poço em produção no local.

Em âmbito estadual, verifica-se que cada um dos estados é responsável por regular de forma autônoma o *lease* mineral de terras sob sua propriedade. A maioria dos estados americanos concede os *leases* por meio de leilões competitivos, apesar de pequenas terras poderem ser concedidas de forma não competitiva para consolidar unidades de produção [Ziegenfuss e Chapman (2003)]. Os valores de aluguel e *royalties* nos contratos estaduais também podem variar entre estados, mas costumam acompanhar os valores definidos nos contratos federais.

Quando celebrado com pessoa privada, as características do *lease* são bastante variadas, sendo todas definidas entre as partes em instrumento contratual. Geralmente, a empresa exploradora, representada na figura do *landman*, realiza oferta ao proprietário apresentando-lhe um contrato-padrão, com base no qual serão negociadas as diversas cláusulas. Em razão da evidente assimetria de informação e força entre as partes negociantes, observa-

²⁰ De fato, o proprietário da terra detém tanto os *surface rights* quanto os *mineral rights* correspondentes, podendo vendê-los, alugá-los, doá-los ou dispô-los (como por herança) em separado ou em conjunto. O aluguel (*lease*) dos *mineral rights* com manutenção dos *surface rights* é hoje a forma majoritariamente utilizada na exploração de gás *onshore* americana.

²¹ A primeira tentativa de oferta de uma área é feita por meio de leilão oral, em um processo chamado de oferta competitiva. Caso não haja interessados, a área fica disponível por meio de processo não competitivo, em que o comprador pode requisitar o *lease* negociando-o diretamente com o BLM.

-se o surgimento de associações de proprietários de terra locais para troca de experiências e recomendações que os auxiliem na proteção de seus direitos.²²

Na exploração do *shale gas*, com o uso da perfuração horizontal, a área subterrânea explorada extrapola com frequência os limites da propriedade em que está localizada a cabeça do poço. Mesmo na exploração do gás convencional, em que geralmente não se utiliza esse tipo de perfuração, o gás pode se alocar em reservatórios localizados sob mais de uma propriedade. Por essas razões, alguns estados americanos têm leis que regulam a justa e proporcional divisão de *royalties* entre os proprietários.²³ Destes, alguns ainda permitem a integração forçada no acordo das propriedades cujos donos rejeitaram a proposta da empresa, desde que haja percentual mínimo de concordantes na área total explorada.²⁴ Os *royalties* proporcionais devidos são, nesses casos, enviados pela empresa periodicamente aos donos das terras, sejam estes concordantes ou não concordantes.

Da crescente exploração do *shale gas* nos Estados Unidos, resultou um deslocamento da produção de gás dentro do território americano. Antes concentrada no Oeste, onde há grande proporção de terras federais, essa produção vem migrando para o Leste e o Sul americanos, onde predominam as terras privadas, conforme se pode verificar na Figura 3.

Por essa razão, e também pela maior facilidade de as empresas estabelecerem contratos com proprietários privados em comparação aos contratos com entes governamentais, o desenvolvimento do *shale gas*, nos Estados Unidos, foi eminentemente realizado em terras privadas. Segundo Hunt (2012), mais de 96% do crescimento da produção no *shale gas* verificado nos últimos anos adveio de operações em terras de proprietários privados.

Associada à propriedade privada do solo, verifica-se na indústria americana uma estrutura peculiar. A estrutura da indústria de óleo e gás americana, além das Empresas Internacionais de Petróleo (do inglês IOC), é caracterizada

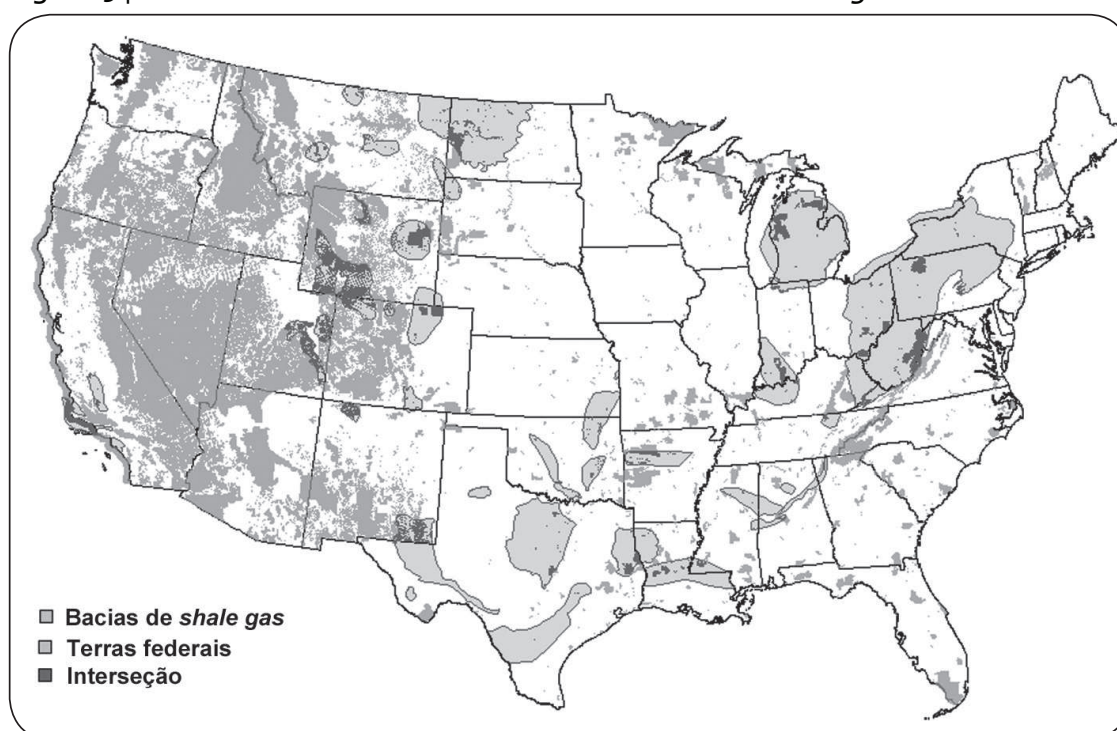
²² Alguns dos pontos mais discutidos são: *royalties* (por padrão, fixado em 12,5%); direitos de passagem e faixas de servidão; localização da infraestrutura (poço, estradas, dutos etc.); transferibilidade a terceiros dos direitos de exploração; condições para cessação do contrato; direito de uso futuro dos poços para fins de armazenagem de hidrocarbonetos e resíduos; e recuperação das terras depois das atividades.

²³ A divisão de *royalties* entre os proprietários geralmente deve se basear na geometria da reserva, sendo proposta pela empresa exploradora na obtenção da licença de perfuração emitida pelo governo estadual. Esse processo é chamado de *unitization*.

²⁴ Este processo é referido na literatura como *compulsory integration* ou *forced pooling* e é adotado por 39 estados americanos [Radow (2011)]. O percentual mínimo de proprietários concordantes é bastante variado: enquanto a Pensilvânia propõe 75% de aprovação mínima do acordo, a Virgínia permite a integração forçada com a concordância de apenas 25% dos proprietários [Campbell (2012)].

por um conjunto muito grande de pequenas e médias empresas que historicamente detêm parte relevante da produção de óleo e gás, configurando-se uma grande dependência dos Estados Unidos em relação às empresas independentes.²⁵ Em 2011, as independentes participaram com 65% da produção de gás *onshore*, e com 45% do óleo produzido em terras americanas [IHS (2011)]. Essas empresas, que variam desde pequenas a companhias abertas de grande porte, somavam à época 18.000 e atuavam em 32 estados americanos. Essas características tornam a indústria de óleo e gás, nos Estados Unidos, diferente dos demais países.

Figura 3 | Terras federais norte-americanas e reservas de *shale gas*



Fonte: US Energy Information Association (US EIA).

Quando bem-sucedida em sua campanha exploratória, a independente podia se alavancar e ampliar seu CAPEX e seu porte. Caso contrário, havia a possibilidade de vender seus ativos para as grandes independentes ou para as IOC, contribuindo para a consolidação da indústria.

²⁵ As empresas independentes são representadas pelo Independent Petroleum Association of America (IPAA). Define-se empresa independente como uma “*non-integrated company which receives nearly all of its revenues from production at the wellhead. They are exclusively in the exploration and production segment of the industry, with no marketing or refining within their operations. The tax definition published by the IRS, states that a firm is an Independent if its refining capacity is less than 75,000 barrels per day in any given day or their retail sales are less than \$5 million for the year*” [IPAA (2012)].

Apesar de serem altamente inovativas, as independentes não costumam desenvolver suas próprias tecnologias. Em vez disso, aplicam e adaptam tecnologias já existentes desenvolvidas pelas grandes empresas de serviço do setor de óleo e gás americano, que juntas detêm o *know-how* desse setor.²⁶

Outro aspecto relevante da indústria é a variedade de fontes de financiamento disponíveis para o segmento de óleo e gás. A presença de várias instituições, fundos, investidores de *venture capital* e *private equity* é uma característica do mercado financeiro americano.

Tradicionalmente, as empresas americanas se financiam com recursos próprios. No caso das independentes, em 2009, os principais *fundings* do CAPEX eram recursos próprios (40%), dívida bancária (21%) e recursos de empresas parceiras (19%). Por esse motivo, o ritmo dos investimentos está correlacionado com os preços do gás. Durante o *boom* experimentado nos anos 2000, as empresas adquiriram *mineral leases* com base nos preços futuros do gás. A maioria desses contratos de *lease* continha cláusulas que forçavam as independentes a produzir contínua e rapidamente o gás contido nas reservas, tanto de modo explícito no instrumento contratual, quanto por meio de multas pela não exploração ou pela cessação do contrato após determinado período de inatividade (*use it or lose it*).

Depois do declínio dos preços do gás no mercado americano, as independentes observaram diminuição em seus recursos para reinvestimento. Por essa mesma razão, aliada à crise de crédito, os bancos restringiram a oferta de *funding* para essas empresas cumprirem as obrigações contratuais supracitadas. A indústria passou, então, a utilizar como forma de financiamento as operações *cash-and-carry*, adaptadas de outros segmentos da economia [The New York Times (2012)].

Por meio de operações *cash-and-carry*, as independentes recorreram a outras empresas de óleo e gás, maiores e com mais recursos disponíveis, a fim de obter o *funding* necessário para manter suas operações e não incorrer nas sanções relacionadas à ausência de produção. Assim, a empresa compradora (maior) disponibilizava um adiantamento de recursos (*cash*), além de se comprometer a carregar uma parcela dos custos operacionais da empresa vendedora (*carry*). Por outro lado, a compradora obtinha participação sobre

²⁶ Aliado a isso, observa-se que a indústria americana tem grande disponibilidade de sondas de perfuração e outros equipamentos. Por exemplo, em 2012, os Estados Unidos e o Canadá detinham 65% de todas as sondas de perfuração do mundo [Maugeri (2012)].

as receitas da vendedora e uma fração de suas reservas. Isso proporcionava à grande empresa a melhor avaliação de suas ações, pela incorporação das reservas,²⁷ enquanto proporcionava à pequena a capacidade de manter seus contratos de *lease*.

É importante saber que esses contratos de financiamento, assim como as cláusulas do *lease*, restringiam a possibilidade de a empresa exploradora interromper sua produção, mesmo em tempos de baixos preços do gás. Criou-se, por isso, um mecanismo de manutenção da baixa no preço do gás pelo excesso de oferta, que, por causa das restrições mencionadas, não pode ser ajustada com a redução da produção. Assim, observa-se que diversas empresas americanas de *shale gas* são forçadas a operar em campos economicamente inviáveis no atual cenário de preços. Essas companhias vêm obtendo uma sucessão de prejuízos em suas demonstrações financeiras²⁸ [The New York Times (2012)].

Motivação ambiental: redução das emissões

Os Estados Unidos vêm substituindo o uso do carvão pelo gás natural na geração de energia há alguns anos. No período de 2000 a 2008, por exemplo, foram adicionados cerca de 120 GW de capacidade termelétrica a gás em ciclo combinado.

A regulação ambiental para geradores de energia elétrica, levando em conta a necessidade de reduzir a emissão de gases do efeito estufa, tende a ser mais rígida nos próximos anos, abrindo espaço para um maior uso do gás na matriz elétrica do país. Várias pesquisas realizadas pelo National Petroleum Council (NPC) estimam a retirada da capacidade instalada de térmicas a carvão variando de 12 GW a 101 GW até 2020, o que na média representa 6% do total da capacidade instalada de geração de energia dos Estados Unidos.

A despeito da redução das emissões de gás carbônico na combustão do gás natural *vis-à-vis* a do carvão, deve-se ressaltar que o processo de produção e entrega do gás natural é emissor de gás metano na atmosfera. O metano também é causador do efeito estufa, sendo até mais agressivo do

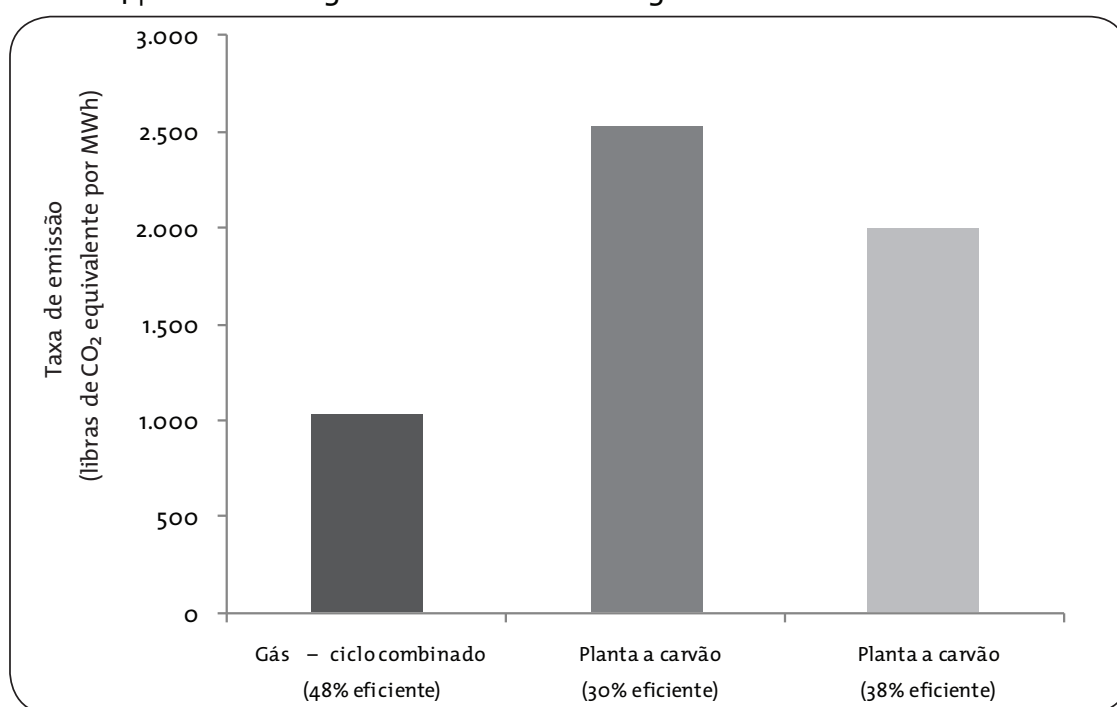
²⁷ De fato, para as IOC, a incorporação das reservas é determinante para o valor de mercado da empresa. Portanto, tais empresas necessitam continuamente de novas descobertas ou aquisições.

²⁸ Para mais detalhes, ver *The New York Times* (2012). Algumas das empresas em dificuldades citadas pelo artigo são: Exco, Plains Exploration e Chesapeake.

que o gás carbônico para o aquecimento global, portanto é vital minimizar esse tipo de emissão no processo.

Segundo estimativas da Environmental Protection Agency (EPA), no entanto, as emissões por BTU de gases do efeito estufa do ciclo de vida do gás natural, ou seja, aquelas que consideram todo o processo, desde a produção e entrega até a combustão, são cerca de 35% inferiores às emissões de carvão. Em relação à geração de energia elétrica, as emissões nas térmicas a gás são cerca de 50% a 60% inferiores às térmicas a carvão (Gráfico 4).²⁹

Gráfico 4 | Emissões de gases do efeito estufa – gás natural x carvão



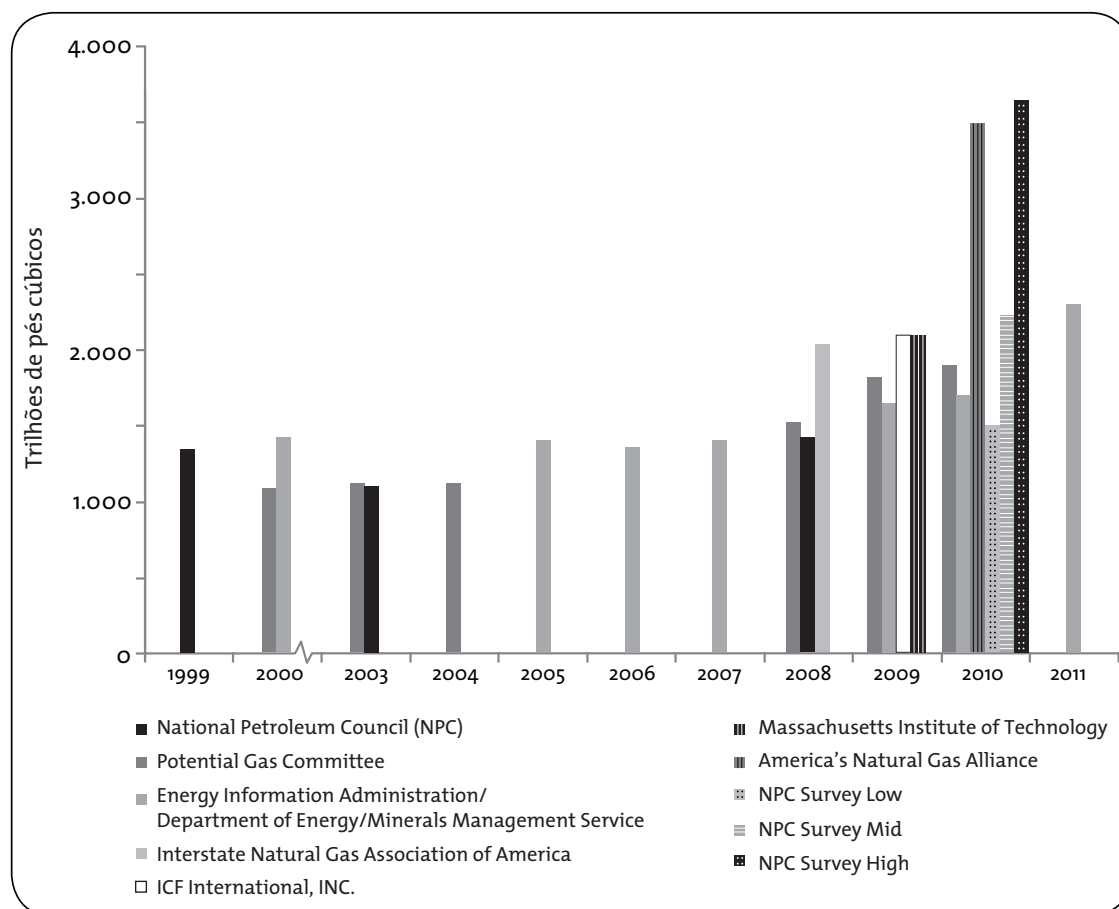
Fonte: NPC – Prudent Development.

A experiência americana: o futuro da “revolução do gás natural”

O desenvolvimento e a aplicação das novas tecnologias de perfuração horizontal e fraturamento hidráulico para a extração do *shale gas* levaram o país a reavaliar suas reservas de gás tecnicamente recuperáveis, o que resultou em um aumento significativo das reservas estimadas. O Gráfico 5 expõe a evolução das estimativas de reservas de gás segundo diversas instituições, compiladas pelo conselho nacional do petróleo dos Estados Unidos, o NPC.

²⁹ Essas estimativas, obtidas por meio de NPC (2011), consideram que a eficiência das antigas plantas a carvão no mundo gira em torno de 30%. As plantas mais novas foram consideradas, em média, 38% eficientes.

Gráfico 5 | Estados Unidos – estimativas de reservas de gás tecnicamente recuperáveis



Fonte: NPC – Prudent Development.

Como se verifica, o aumento nas estimativas de reservas de gás nos últimos anos, segundo a Energy Information Administration (EIA), é de 44%, passando de cerca de 1.600 tcf (45.280 bcm), em 2009, para aproximadamente 2.300 tcf (65.090 bcm), em 2011. O NPC realizou, ainda, outras estimativas, com base em pesquisas de mercado com empresas de óleo e gás e algumas consultorias, definindo três cenários distintos: pessimista, moderado e otimista. Note-se que, no cenário otimista, a estimativa de reservas é bastante superior àquela da EIA, ultrapassando 3.500 tcf (99.050 bcm).

A partir do novo mapeamento de reservas, as projeções de produção e consumo de gás natural dos Estados Unidos também foram revisitadas por diversas instituições, entre as quais a International Energy Agency (IEA). Tendo em vista que boa parte das reservas corresponde a gases não convencionais, especialmente ao *shale gas*, o cumprimento ou não de alguns

requisitos ambientais, regulatórios e reputacionais³⁰ definiram dois cenários de oferta e consumo de gás: cenário Regras de Ouro e cenário Baixo Não Convencional.

No primeiro cenário, a oferta de gás se expande acentuadamente, desempenhando o gás não convencional um papel bastante expressivo nesse movimento. Por outro lado, no cenário Baixo Não Convencional, em que essas regras gerais não são aplicadas, há grandes limitações ao desenvolvimento do gás não convencional, geradas, sobretudo, pela oposição da opinião pública e pelo arcabouço regulatório desfavorável.

Conforme indica a Tabela 3, no cenário Regras de Ouro, a produção total de gás nos Estados Unidos cresce de cerca de 610 bcm, em 2010, para 820 bcm, em 2035, em virtude, principalmente, do aumento da produção de *shale gas*, enquanto o gás natural convencional, o *coalbed methane*, e o *tight gas* permanecem com produções próximas aos níveis correntes. Como resultado, a participação da produção não convencional alcança 71% da produção total de gás natural em 2035, e o *shale gas*, individualmente, é responsável por 45% do total nesse ano.

Já no cenário Baixo Não Convencional, a produção total de gás americana atinge o pico de 660 bcm por volta de 2015, caindo para 580 bcm, em 2035, 30% menos do que no Regras de Ouro. No Baixo Não Convencional, a participação do gás não convencional no total da oferta é de apenas 47% em 2035.

Tabela 3 | Estimativa de produção de gás nos Estados Unidos por caso

	2010	Regras de ouro		Baixo não convencional		Delta 2035
		2020	2035	2020	2035	
Produção (bcm)	609	726	821	637	578	242
Não convencional	358	489	580	383	274	306
(%)	59	67	71	60	47	23

Fonte: IEA (2012).

As ofertas previstas pelos dois cenários descritos terão impactos distintos nos preços do gás americano e em seu uso nos mercados doméstico e in-

³⁰ Os requisitos ambientais, regulatórios e reputacionais que definiram os dois cenários são considerados Regras de Ouro da Indústria de Gás e foram elencados no estudo Golden Rules for a Golden Age of Gas – World Energy Outlook – Special Report on Unconventional Gas da IEA.

ternacional. Em ambos os casos, é prevista a elevação de preços, porém no caso Regras de Ouro, de maior oferta não convencional, o percentual de aumento é moderado e o consumo de gás do país cresce cerca de 0,6% a.a. Tal crescimento na demanda é modesto para os padrões globais, mas relevante considerando que toda a demanda de energia dos Estados Unidos cresce em média 0,1% a.a. No caso Baixo Não Convencional, o aumento no preço do gás é mais acentuado, ficando cerca de 40% mais elevado do que no cenário Regras de Ouro. Com isso, o consumo de gás do país cresce até 2020, acompanhando o aumento da oferta,³¹ e a partir daí cai, chegando a 2035 com consumo quase 15% inferior ao outro cenário (Tabela 4).

Tabela 4 | Estimativa de preços de gás nos Estados Unidos por caso (em US\$ de 2010/MBTU)

	2010	Regras de ouro		Baixo não convencional	
		2020	2035	2020	2035
Estados Unidos	4,4	5,4	7,1	6,7	10

Fonte: IEA (2012).

Ainda com relação às projeções de demanda, segundo levantamento feito pelo NPC com base em diversas pesquisas de domínio público e de estudos privados de empresas de óleo e gás e de consultorias, verifica-se que, apesar de variarem muito entre si, as projeções convergem para o fato de que a maior parte da variação na demanda de gás nos Estados Unidos deverá vir do setor elétrico. Isso deriva, principalmente, de novas regulações ambientais relacionadas à emissão de gases do efeito estufa na geração de energia combinadas com a perspectiva de preços baixos do gás natural. Destaca-se que, além da já mencionada substituição das térmicas a carvão, haverá a necessidade de novas térmicas a gás para serem utilizadas como *backup* no caso de um aumento das energias renováveis na matriz energética americana.³² O Gráfico 6 aponta, de forma setorial, a estimativa de demanda de gás natural para os anos 2020 e 2030.

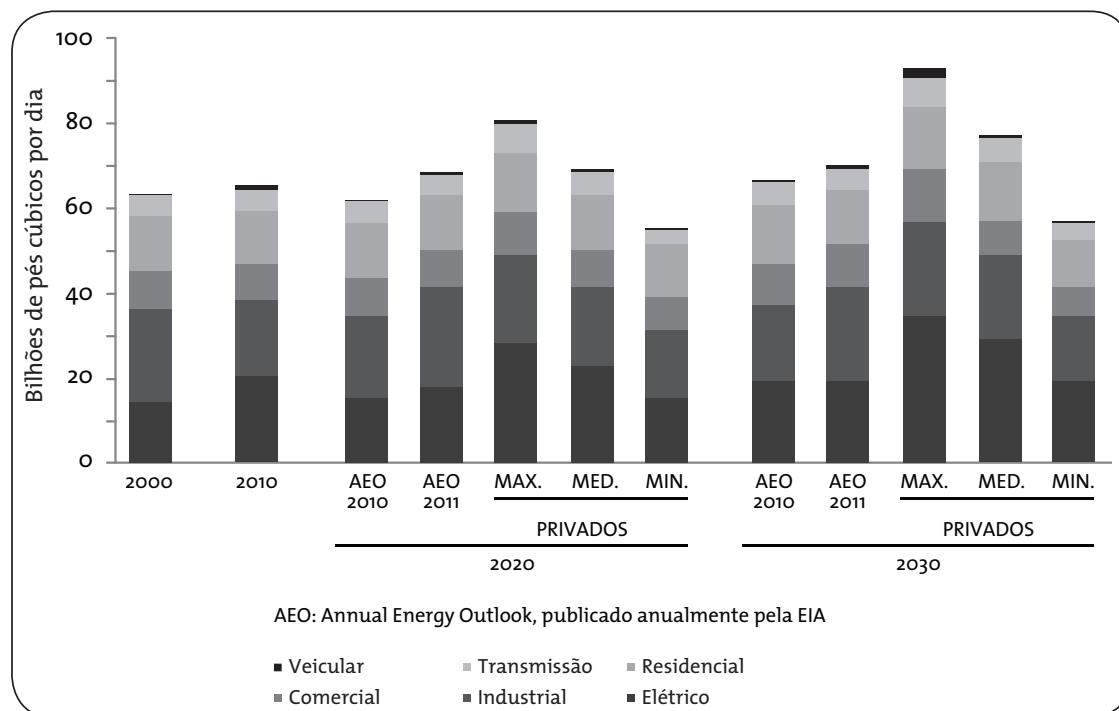
Como se observa, a demanda de gás prevista para o setor de transportes é bastante tímida, a despeito dos incentivos para a transformação da frota

³¹ O aumento da oferta ocorre até 2020 com as produções de gás natural convencional, *shale gas* e *tight gas*. A partir daí cai a oferta em decorrência do acesso às áreas remotas que não poderão ser exploradas no cenário Baixo Não Convencional.

³² Ver MIT (2011).

de veículos diesel para gás natural consubstanciada no Natural Gas Act de 2011. Ocorre que o custo de conversão dos veículos para gás natural, a necessidade de estabelecer infraestrutura para o gás natural comprimido (GNC) e o poder calorífico insuficiente do gás para veículos de grande porte vêm dificultando a transformação da frota.

Gráfico 6 | Estimativas da demanda por gás natural nos Estados Unidos



Fonte: NPC.

Com relação ao setor industrial, a maior disponibilidade de gás a preços mais baixos vem contribuindo para a revitalização de diversos setores gás-intensivos, como o de petroquímica. Segundo estudo privado da Independent Chemical Information Services (ICIS), a tendência de queda na produção de propileno norte-americana foi revertida a partir de 2009. Por exemplo, para os próximos anos são esperados novos projetos de desidrogenação de propileno que somam mais de 2,5 toneladas de capacidade e serão realizados pela Dow Chemical, Formosa Plastics e Williams. No entanto, há reduzido impacto do aumento da demanda de gás para a indústria petroquímica na demanda do setor industrial.

As novas projeções de oferta, demanda e preço transformam também as perspectivas de comércio de gás natural do país. Nas próximas décadas,

os Estados Unidos poderão figurar como influentes exportadores de gás³³ ou assistir a um aumento de suas importações, a depender do futuro da esperada “revolução não convencional”. Deve-se destacar que, em 2008, foi projetado um aumento nas importações de gás natural liquefeito (GNL) para atender ao aumento da demanda de gás do país [IEA (2012)], o que pode se tornar novamente uma perspectiva no caso Baixo Não Convencional, já que a produção doméstica de gás vai declinar até 2035. Por outro lado, na expectativa de um cenário mais favorável para a oferta de gás não convencional, vêm sendo propostos projetos para converter terminais de regaseificação em unidades de liquefação para permitir exportações de GNL.³⁴

Aspectos e impactos ambientais na exploração e produção de *shale gas*

De início, o *shale gas* nos Estados Unidos foi visto por ambientalistas como uma solução alternativa ao carvão na matriz elétrica, por registrar menores emissões de gases de efeito estufa. Em 2009, por exemplo, o país dispunha de 450 GW de capacidade de geração elétrica a gás, número superior à capacidade das plantas a carvão à época. Apesar disso, as regras de despacho vigentes davam preferência às térmicas a carvão em detrimento das plantas a gás, razão pela qual os ambientalistas americanos se engajaram na defesa da exploração do *shale gas* [GWPF (2011)].

Todavia, esse apoio foi majoritariamente retirado assim que começaram a surgir indícios de impactos ambientais advindos do crescimento das atividades dessa indústria. Essas suspeitas foram o suficiente para que se estabelecessem restrições ao fraturamento em alguns locais dos Estados Unidos³⁵ e de outros países.³⁶ Um estudo detalhado sobre os impactos ambientais da

³³ A perspectiva de exportar GNL vem causando certa apreensão e debate nos Estados Unidos sobre o possível impacto nos níveis de preços do gás. Usuários industriais gás-intensivos expressam preocupação com a perda de sua vantagem competitiva.

³⁴ O caso mais avançado desses projetos é o de Sabine Pass, na Costa Golfo dos Estados Unidos, o qual poderá exportar 22 bilhões de m³/ano ao fim de 2015.

³⁵ Algumas áreas potenciais do campo Marcellus, incluindo a bacia do rio Delaware, o estado de Nova York e as florestas estaduais da Pensilvânia [MIT (2011)].

³⁶ Na Europa, a França foi o primeiro país a banir a atividade de fraturamento em seu território. O parlamento britânico declarou ainda não haver necessidade de impor tal moratória. Alemanha e Suécia, apesar da forte oposição pública à exploração do *shale gas*, não caminham para o banimento do *fracking*. A Polônia, detentora das maiores reservas do continente, visando reduzir a dependência energética do gás russo, é o principal defensor da atividade de fraturamento na Comissão Europeia [WEC (2012)]. A Bulgária, em janeiro de 2012, também impôs moratória em seu território. Em outros continentes, a cidade de Quebec, no Canadá, e a África do Sul também tomaram tal decisão [RAE (2012)].

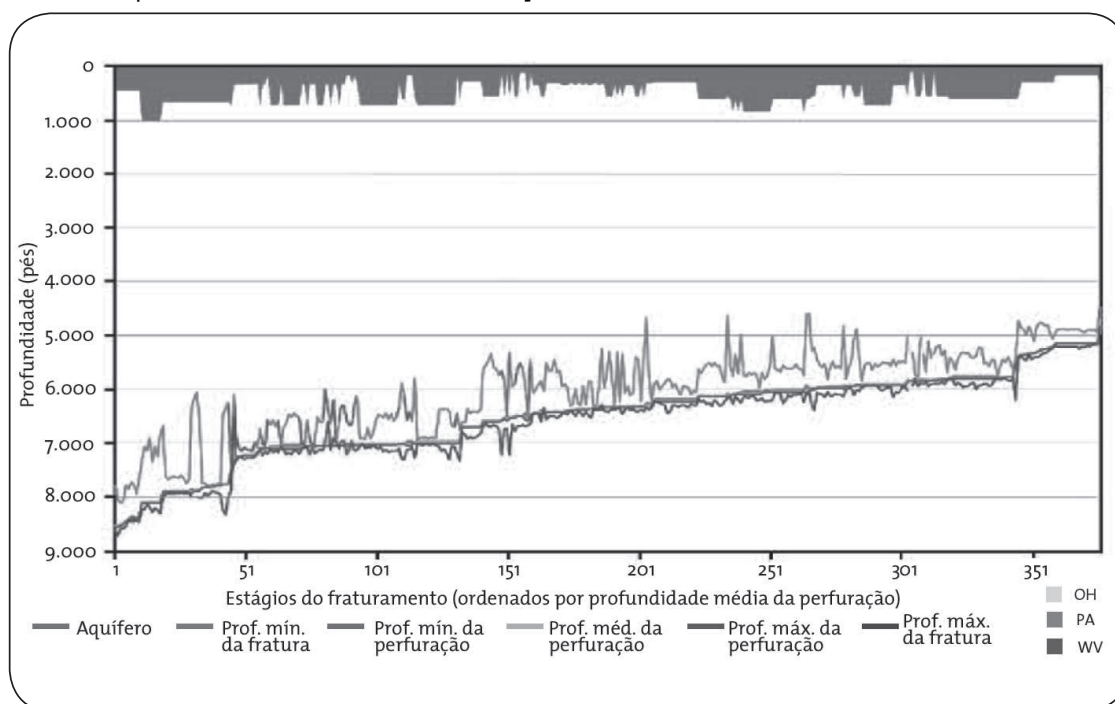
atividade de fraturamento hidráulico foi encomendado à Agência de Proteção Ambiental (EPA, em inglês) americana, porém seus resultados ainda não foram divulgados. A crítica levantada pelos ambientalistas se fundamenta em diversas preocupações, sendo frequentemente citados: a composição química do fluido de fraturamento; escapes de gás e fluido para os aquíferos; uso intensivo de água na exploração e produção; derramamentos de água de processo no solo; ocorrência de atividades sísmicas de pequena escala; e poluição sonoro-visual.

Apesar de a princípio manterem sob sigilo a composição do fluido de fraturamento utilizado em seus processos, as empresas de exploração vêm adotando postura cada vez mais transparente com relação aos aditivos químicos de suas fórmulas, em função da constante pressão dos reguladores e da opinião pública. Hoje, sabe-se que, tipicamente, esse fluido é composto por 94,62% de água e 5,24% de areia. O restante são aditivos químicos, como lubrificantes (0,05%), antimicrobianos (0,05%), ácido clorídrico (0,03%) e inibidores de depósito (0,01%) [GWPF (2011)].

Segundo estudo reportado por MIT (2011), a contaminação de lençóis freáticos com gás ou fluido de fraturamento representou quase metade dos incidentes registrados na exploração de gás *onshore* em território americano no período de 2005 a 2009, não sendo possível, até o momento, estabelecer nexos causais dos incidentes ocorridos com a atividade de fratura hidráulica. Apesar de não ser este um incidente aplicável apenas à exploração de *shale gas*, a preocupação em torno das atividades dessa indústria tomou grandes proporções na mídia e opinião pública. Segundo GWPF (2011), os processos de fratura hidráulica e produção, quando aplicadas as regras de segurança adequadas, não representam risco aos aquíferos adjacentes.

O poço é totalmente revestido por camadas de aço e cimento, triplamente reforçadas na profundidade em que interceptam fontes de água. Sabe-se que vazamentos na estrutura do poço geram perda de pressão, o que inviabiliza tanto a fratura quanto a produção do gás. Outro fator de segurança é que a zona de folhelho se separa do aquífero normalmente por algumas milhas de rocha sólida, o que impede que fraturas se estendam até a região que contém suprimento de água. Mesmo no campo de Marcellus, em que são feitas as fraturas de maior extensão do território americano, a distância entre o topo da fratura e a região aquífera é bastante expressiva, conforme ilustra o Gráfico 7.

Gráfico 7 | Distância das fraturas ao aquífero em Marcellus Shale



Fonte: MIT (2011).

O fraturamento hidráulico aplicado à exploração de *shale gas* é um processo intensivo em água. Aproximadamente 100 mil barris são utilizados por poço, o que suscita preocupação nas comunidades locais quanto à disponibilidade de água para outros fins. No entanto, esse impacto no suprimento é bastante reduzido em todos os campos explorados nos Estados Unidos. O pior cenário é encontrado em Haynesville, onde as atividades de *shale gas* respondem por apenas 0,8% da água utilizada na região. De qualquer forma, mesmo a intensidade em água do *shale gas* é questionada quando em comparação com outras fontes de energia: utiliza-se um galão de água por milhões de BTU gerados a partir desse gás, contra alguns milhares de galões no caso do etanol de milho [MIT (2011)].

Em um típico processo de fraturamento, cerca de 50 mil barris de fluido de fratura e água subterrânea são retornados para a superfície. Mais uma grande quantidade é também expelida durante a produção do gás. Algumas dessas águas até contêm sais radioativos encontrados em camadas profundas do solo local. Essa água é armazenada em piscinas reforçadas de polietileno para ser dessalinizada, descontaminada e devidamente descartada, tratamento que não difere daquele recebido pela água utilizada em outros processos industriais. Outra parte é reutilizada no mesmo poço ou em poços próxi-

mos.³⁷ A correta gestão dessa água de processo é fundamental para evitar derramamentos e infiltrações nos lençóis freáticos, durante as atividades de armazenamento, transporte e tratamento. A eficiência no tratamento e reaproveitamento é muito importante para a indústria do *shale gas*, que hoje direciona bastantes recursos para pesquisa e desenvolvimento nessa área.

Outra preocupação que, mais recentemente, vem se propagando é com a ocorrência de atividades sísmicas induzidas, de pequena escala, em regiões de exploração de *shale gas*. Segundo NRC (2012), estudo encomendado pelo congresso estadunidense a fim de examinar a escala, o escopo e as consequências de atividades sísmicas induzidas pela injeção ou retirada de fluidos no solo, o processo de fraturamento hidráulico, em si, não oferece considerável risco de terremotos induzidos. A injeção de água de processo em reservatórios no subsolo – prática que a indústria do *shale gas* compartilha com outras formas de geração de energia – provoca risco maior de indução, mas poucos casos foram documentados nas últimas décadas [NRC (2012)].

O estudo de RAE (2012), encomendado pelo parlamento britânico depois dos eventos sísmicos de Blackpool,³⁸ destaca o papel determinante das falhas preexistentes no subsolo para a ocorrência de abalos sísmicos. Essas falhas, ao serem submetidas a variações de pressão advindas da injeção de fluidos, liberariam sua energia armazenada, desencadeando o evento. Segundo esse mesmo estudo, para se mitigar o risco de atividades sísmicas induzidas, é fundamental que a indústria invista em mapeamento geológico das áreas a serem exploradas, em caracterização de suas falhas preexistentes, e em testes de injeção prévios ao fraturamento.

Por fim, sabe-se que a exploração de *shale gas* tem o potencial de romper a rotina das comunidades locais, em especial daquelas não acostumadas às operações da indústria de óleo e gás. Grandes infraestruturas de exploração e produção podem gerar imenso impacto visual, e grandes quantidades de máquinas e caminhões podem gerar altos volumes de tráfego nas estradas locais. Ambos também podem emitir níveis de ruído aos quais essas comunidades não estão acostumadas.

³⁷ A reciclagem da água para reúso envolve separação dos rejeitos por destilação, sendo um processo intensivo em energia que demanda, também, a correta gestão dos resíduos sólidos remanescentes. Por essas razões, a prática ainda não está totalmente difundida na indústria [PCI (2011)].

³⁸ Em abril e maio de 2011, ocorreram, na área de Blackpool (Reino Unido), dois abalos sísmicos de, respectivamente, 2,3 graus e 1,5 grau na escala Richter, logo depois de realização de fraturas hidráulicas na região. Relatórios independentes apontaram a existência de falhas geológicas no subsolo, e a atividade de exploração de *shale gas* foi suspensa nesse local.

Por causa do aprimoramento da tecnologia, são cada vez menores os impactos gerados para explorar e produzir esses recursos. Antigamente, a infraestrutura de exploração do poço cobria 19% da área subterrânea da qual o gás é retirado. Com o advento da perfuração multilateral, esse percentual se reduziu para apenas 1% [GWPF (2011)].

Com relação à perturbação causada pelo excesso caminhões, MIT (2011) mostra que a maior parte desse movimento de veículos se deve ao transporte de água, tanto para utilizar no fraturamento quanto para descarte dos rejeitos de processo. A indústria também vem trabalhando para minimizar esse impacto, seja aumentando a reutilização da água, seja utilizando transporte por meio de dutos. Mesmo quando não é possível minimizar o tráfego de veículos, observa-se que as operações das empresas exploradoras vêm acompanhadas de melhorias no sistema viário da região.

Em resumo, os aspectos e impactos ambientais advindos das atividades de exploração de *shale gas* são relevantes, e incidentes podem ocorrer como resultado de erros operacionais e más práticas das operadoras. Nesse contexto, uma forte regulação é importante para garantir a segurança e atendimento aos requisitos ambientais nas operações dessa indústria.

O mercado de gás natural no Brasil

O Brasil figura como décimo maior detentor de reservas de gás de folhelho tecnicamente recuperáveis do mundo conforme EIA (2011). Os primeiros mapeamentos apontam cinco bacias com perspectivas de terem recursos não convencionais, são elas: a Bacia do Parnaíba, do Parecis, do São Francisco, do Paraná e do Recôncavo.

O local em que a atividade exploratória já se iniciou e está mais avançada é a parte mineira da Bacia do São Francisco, onde foram concedidos 39 blocos exploratórios. Entre as principais empresas com área para exploração de gás não convencional nessa bacia, estão Imetame, Cemig, Orteng, DELP, Shell, Petrobras e Petra.³⁹ A parte norte da bacia, no estado da Bahia, ainda está sob avaliação da ANP. Já o investimento em atividades de desenvolvimento e produção não convencional na Bacia do São Francisco, assim como nas demais regiões, ainda não foi iniciado.

³⁹ A Petra anunciou, recentemente, ter descoberto indícios desse gás em dez dos 14 poços perfurados nessa bacia e prevê iniciar a produção de gás não convencional em 2015.

Na Bacia do Parnaíba, nove blocos foram concedidos, ao passo que na Bacia do Parecis seis blocos foram alvo de concessão. Na Bacia do Paraná, não há blocos concedidos, apesar de essa região contar com elevado potencial. Essas bacias são compostas de folhelhos profundos, cobertos pelas espessas camadas de basalto que caracterizam a formação. Por fim, a região do Recôncavo foi a primeira região produtora de gás no Brasil e hoje tem 1.700 poços em produção. A maior vantagem dessa região, em relação às demais mencionadas, é que ela já dispõe de instalações de processamento e transporte, além de ter refinarias e fábricas de fertilizantes instaladas. Portanto, tal região é considerada a mais promissora entre aquelas com potencial de viabilidade para a exploração de recursos não convencionais.

O possível desenvolvimento da produção do *shale gas* no Brasil traz boas perspectivas para a indústria gás-intensiva nacional. Para que essas expectativas se concretizem, porém, é preciso entender as peculiaridades do mercado brasileiro de gás natural, de modo a atuar nos principais gargalos desse setor e possibilitar seu desenvolvimento. Além dos desafios gerais do desenvolvimento do mercado de gás natural no Brasil, há que se considerar os desafios específicos da exploração e produção de recursos não convencionais.

Tais desafios estão associados ao desenvolvimento de uma indústria de bens e serviços (cadeia produtiva), construção de infraestrutura de escoamento, disponibilidade de sondas e unidades de fraturamento de grande porte, questões ambientais, entre outros fatores.

Reservas e produção nacionais de gás natural

As reservas provadas totais de gás natural do país totalizam 459,4 bilhões de m³ e estão localizadas majoritariamente no mar. Com relação à distribuição regional, os estados do Rio de Janeiro, do Espírito Santo e de São Paulo concentram 76,9% das reservas provadas.⁴⁰ Outro fator característico das reservas provadas de gás do país é a preponderância das associadas ao petróleo.

O perfil da produção acompanha o das reservas provadas. Com relação à produção, que atingiu 24.073 milhões de m³, os estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo lideram o *ranking*, seguidos do estado do Amazonas.

⁴⁰ Ver *Anuário Estatístico* da ANP (2012).

Note-se que no estado do Amazonas localizam-se os maiores campos produtores de gás natural do Brasil – Rio Urucu e Leste do Urucu.⁴¹

Assim como as reservas, a produção de gás natural é concentrada no mar. Em dezembro de 2011, 75% da produção nacional foi realizada por meio de 769 poços submarinos, enquanto 25% por 8.274 poços terrestres. Assim, verifica-se que, a despeito da maior quantidade de poços terrestres, os grandes poços produtores situam-se no mar, com exceção da Bacia do Solimões (AM). Com relação à associação do gás ao óleo, 73% da produção nacional decorre de gás associado.⁴²

De qualquer forma, a produção de gás natural vem crescendo à taxa média de 5% a.a. nos últimos dez anos, e o maior crescimento se deriva fundamentalmente da produção *offshore*. Por outro lado, ainda que em termos absolutos a produção de gás natural seja de forma preponderante associada, o crescimento maior foi verificado na produção não associada.

Há, portanto, três características marcantes das reservas e da produção brasileira de gás: trata-se de um gás concentrado nos estados do Rio de Janeiro, do Espírito Santo e de São Paulo; é essencialmente oriundo de bacias *offshore*; e está associado à produção de petróleo. O fato de ser *offshore* exige uma grande infraestrutura de escoamento até a costa. Além disso, a concentração das reservas e da produção no Sudeste, mesmo com a proximidade dos principais mercados consumidores, não dispensa a construção de uma extensa malha de gasodutos de transporte para levar o gás para as demais regiões, levando em conta as dimensões continentais do Brasil. Ademais, a segurança do sistema elétrico brasileiro está baseada na existência de usinas termoelétricas dispersas no território nacional, que, a depender do regime hídrico, são despachadas elevando a demanda de gás. Isso exige que o país disponha de malha de transporte capaz de atender a essa demanda em seu despacho máximo. Por fim, o fato de ser associado ao petróleo atribui outras peculiaridades ao gás. Além de ser utilizado no processo de produção do petróleo, dada a necessidade de manutenção da pressão dos reservatórios e como fonte de energia, requer também que as unidades de produção tenham módulos de separação, tratamento e compressão do gás extraído. Resulta daí

⁴¹ *Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural do MME*, n. 63, jun. 2012.

⁴² No estado do Rio de Janeiro, por exemplo, maior produtor nacional, aproximadamente 98% da produção de gás natural foi sob a forma associada, ou seja, como um subproduto da extração do petróleo, segundo *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2012*, Tabela 2.14.

que o custo do gás no Brasil deve refletir tais peculiaridades, o que ratifica a evidência do caráter regional do mercado de gás natural.

Oferta de gás natural no Brasil

A oferta de gás natural no Brasil é composta pela produção nacional, pela importação boliviana via Gasoduto Bolívia-Brasil (Gasbol) e pela importação de GNL de outros países.

Como se verifica na Tabela 5, no período de 2008 a 2011, houve um leve crescimento da oferta total de gás, à exceção do ano 2009, em que os efeitos da crise financeira internacional provocaram uma forte queda na demanda. Note-se que a importação de gás natural, via GNL ou Gasbol, é muito mais volátil do que fornecimento via produção nacional, em grande medida associada ao óleo.

Tabela 5 | Balanço de gás natural atual

Balanço de gás natural (milhões de m³/dia)	2008	2009	2010	2011	2012*
Produção nacional	59,2	57,9	62,8	65,9	69,10
Reinjeção	10,6	11,9	12	11,1	10,10
Queima e perda	6,0	9,4	6,6	4,8	3,70
Consumo nas unidades de E&P	7,9	8,5	9,7	10,2	10,50
Consumo em transporte e armazenamento/ ajustes	2,2	2,7	2,9	2,6	3,10
Absorção em UPGNs (GLP, C5+)	3,5	3,4	3,6	3,4	3,30
Oferta de gás nacional ao mercado	29,0	22,1	28,0	33,8	38,30
Importação	30,9	22,9	34,6	28,5	30,60
Bolívia	30,5	22,2	26,9	26,9	25,70
Argentina	0,4	-	-	-	-
Gás natural liquefeito (GNL)	-	0,7	7,6	1,6	4,97
Consumo em transporte na importação	1,2	0,6	0,9	0,9	0,83
Oferta de gás importado ao mercado	29,7	22,3	33,7	27,6	29,80
Oferta total ao mercado	58,7	44,4	61,7	61,4	68,10
Venda nas distribuidoras de gás natural	49,6	36,7	49,7	47,7	52,00
Consumo instalações industriais produtor	7,5	7,1	9,1	11,3	12,50
Consumo termoeletrico direto do produtor	1,6	0,7	2,8	2,5	3,50
Gás nacional/oferta total ao mercado (%)	49,4	49,7	45,4	55,1	56,70

Fonte: *Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural*, n. 66, setembro de 2012, MME.

*Valores médios calculados até o mês de agosto de 2012.

Com relação à produção nacional, observa-se que, em decorrência de esta ser majoritariamente associada, sua produção não é flexível, não podendo ser interrompida ou reduzida sem que isso afete à produção de petróleo.

Segundo estimativas do Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (PDE 2021), há perspectivas de que o gás natural amplie sua participação na matriz energética além dos 10,2% de 2010, em função da entrada de novos campos produtores e da ampliação da capacidade de regaseificação de gás, seja pela construção de novos terminais seja pela ampliação dos já existentes. Deve haver um forte crescimento da oferta como resultado da produção de gás nas bacias do Espírito Santo, de Campos e de Santos. O estado do Espírito Santo pode se tornar um dos principais fornecedores de gás natural para a Região Nordeste, por meio da integração das malhas de transporte do Sul e do Sudeste com o Nordeste. O aumento da oferta oriunda das bacias de Campos e Santos, por sua vez, deve ser absorvido pelo crescimento significativo da demanda dos estados da Região Sudeste. Ademais, está prevista a expansão do terminal de GNL da Baía de Guanabara.

Com relação ao Gasbol, no PDE 2021, a importação da Bolívia foi mantida na capacidade atual, sem expansão adicional, principalmente sabendo-se que esta é a única alternativa existente para os estados da Região Sul que têm limitações na oferta.⁴³ O PDE 2021 não considera a utilização de gás não convencional na expansão da oferta nacional.

A demanda por gás natural no Brasil

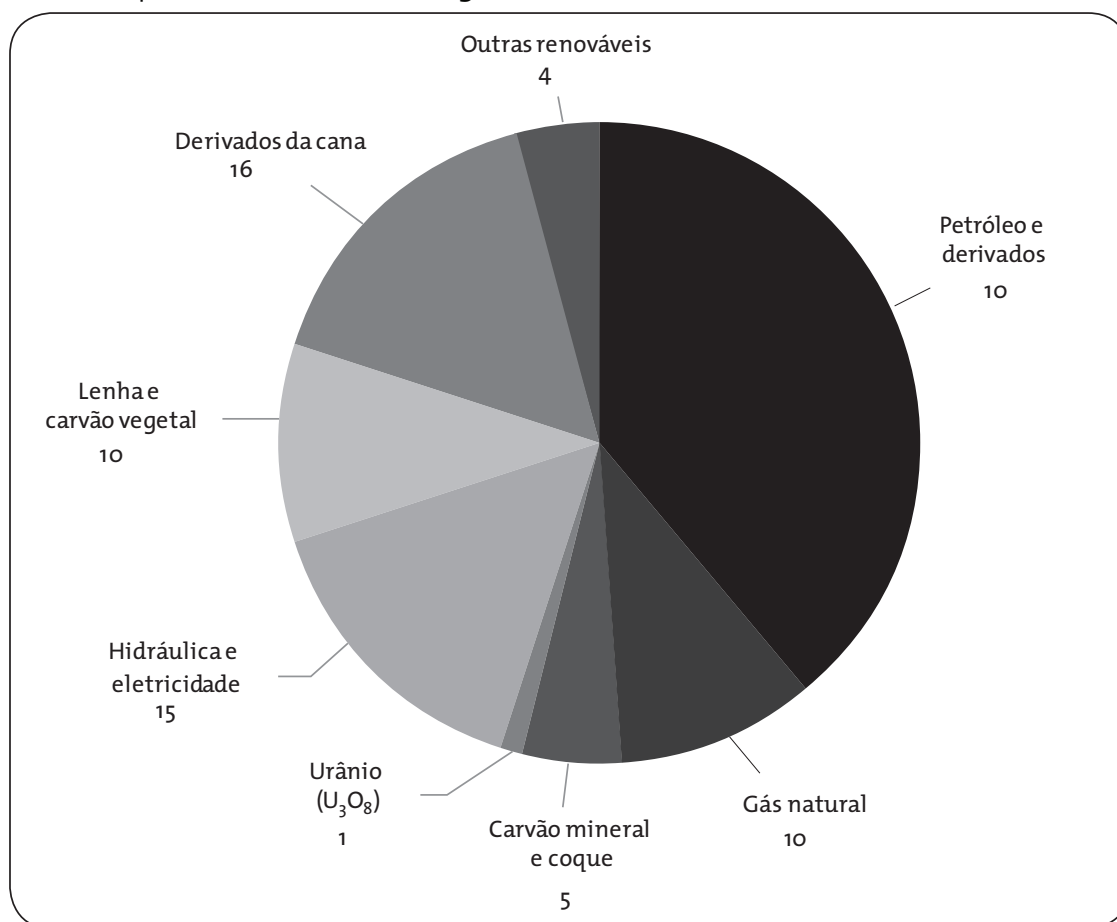
De acordo com o *Balanço Energético Nacional 2012* (ano-base 2011), o gás natural tem participação em torno de 10% da oferta interna de energia do Brasil (Gráfico 8). Em 2011, o consumo total de gás natural foi de 28,5 bilhões de m³, dos quais 10,5 bilhões de m³ referentes a gás importado, 24,1 milhões de m³ a gás nacional e 6,1 milhões de m³ a variações de estoque, perdas e ajustes.

O consumo total de gás natural cresceu à taxa média anual de 7,34% de 2002 a 2011. O forte crescimento da demanda foi influenciado, principalmente, pela competitividade do gás perante seus substitutos energéticos. Em 2011, 47% do gás natural foi utilizado na indústria,⁴⁴ 20% na geração de energia elétrica e 7% no consumo veicular.

⁴³ No PDE 2021, há indicação da necessidade de um estudo para verificação da viabilidade de utilização de plantas de GNL embarcadas ou unidades FSO de gás.

⁴⁴ Inclui o consumo energético e o não energético.

Gráfico 8 | Oferta interna de energia no Brasil, 2011 (em %)



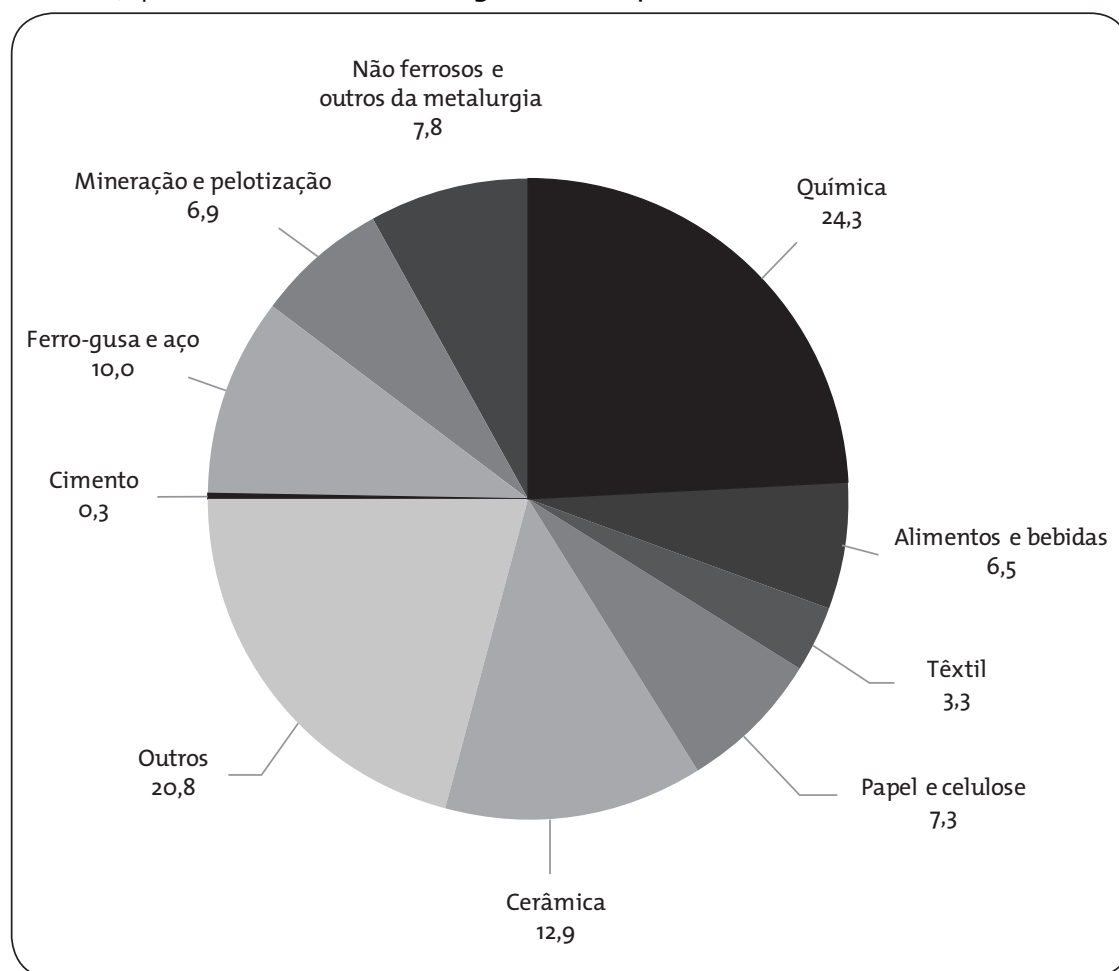
Fonte: EPE (2011).

Nesse mesmo ano, o setor industrial consumiu 13,38 bilhões de m³ de gás, apresentando um crescimento de 9,8% em relação a 2010. Destaquem-se os segmentos de química, siderurgia e cerâmica, que, como pode ser observado no Gráfico 9, têm participação significativa no consumo industrial de gás natural.

Ressalte-se que a demanda por gás do setor industrial tem como um de seus principais determinantes a taxa de crescimento econômico. Além disso, nos setores industriais em que o gás é utilizado como energético, seu consumo é bastante dependente da competitividade dos energéticos substitutos, especialmente do óleo combustível. Além desses fatores, em CNI (2010), apontam-se outros fatores relevantes, tais como: (i) a ampliação da infraestrutura de transporte e distribuição para disponibilizar o gás à indústria existente; (ii) o potencial técnico de substituição de gás na matriz energética industrial, que requer muitas vezes complexa substituição de equipamentos e depende da idade do parque industrial brasileiro e de seu ritmo de reno-

vação e; (iii) políticas industriais que promovam a implantação de polos industriais com forte consumo de gás de modo a viabilizar a implantação de infraestrutura de transporte e distribuição.

Gráfico 9 | Consumo industrial de gás natural por setor, 2011 (em %)



Fonte: EPE (2011).

O gás natural representa 11,3% da matriz energética industrial. Entre os outros energéticos utilizados pela indústria destacam-se o bagaço de cana (19%) e a eletricidade (20%), de acordo com EPE (2012a).

Conforme apontado em CNI (2010, p. 48):

o potencial técnico de substituição do gás natural [como fonte de energia] na indústria não é muito elevado no Brasil, devido a duas características específicas da matriz energética industrial brasileira: o grande uso da biomassa e o uso elevado da eletricidade, não só para processos que de fato requerem eletricidade (por exemplo motores elétricos), mas também para geração de calor.

Esta última característica é resultado da peculiaridade da matriz energética brasileira baseada em recursos hídricos, historicamente abundantes e baratos, o que limita as possibilidades de utilização do gás natural. Ainda que, em certos casos, faça sentido econômico o uso do gás natural, a substituição dos equipamentos é custosa. Portanto, a troca só faz sentido na introdução de novas plantas.

Com relação às demais fontes, ainda de acordo com CNI (2010), é muito pouco provável que o gás natural substitua a biomassa.⁴⁵ O bagaço de cana, por exemplo, tem custo baixo, por se tratar de subproduto da própria indústria. Os demais combustíveis e os produtos mais pesados do petróleo, por sua vez, dificilmente poderão ser substituídos. O carvão mineral utilizado na indústria é o carvão metalúrgico, insumo insubstituível na siderurgia. Os produtos derivados do petróleo mais pesados (sobretudo o coque) são, em geral, mais baratos e são utilizados por indústrias que não obtêm vantagem econômica ao adotar o uso de combustíveis mais limpos.

Por esses motivos, o potencial de substituição do gás concentra-se no GLP, no diesel e, em especial, no óleo combustível. Ainda que não houvesse as restrições já mencionadas e que todos esses combustíveis pudessem ser integralmente substituídos pelo gás natural, o consumo de gás resultante dessa substituição seria de 16 milhões de m³/dia, conforme CNI (2010). Dessa forma, esse mesmo estudo conclui que o potencial de substituição existente permanecerá pouco relevante, a menos que haja uma recuperação sustentável dos investimentos e da atividade econômica, e particularmente, se houver políticas de promoção à implantação de grandes polos industriais que viabilizem a construção e interiorização da malha de transporte e distribuição.

Além de seu uso como fonte de energia, o gás é utilizado como matéria-prima da indústria química em diversos processos. Em alguns deles, como na produção de ureia, amônia e metanol, não é possível empregar matérias-primas substitutas ao gás natural. Algumas das cadeias das quais o gás natural faz parte têm atributos diferenciados com relação à matriz industrial brasileira. O metanol, por exemplo, integra a cadeia florestal-madeira-móveis e a de biocombustíveis, priorizadas pela estratégia brasileira; e a amônia e a ureia são indispensáveis aos fertilizantes, que abastecem a agricultura brasileira e incrementam sua produtividade. Esses três produtos (amônia, meta-

⁴⁵ Incluindo bagaço de cana, lenha e carvão mineral.

nol e ureia) representam importações anuais de US\$ 1 bilhão, que poderiam ser substituídas por produção doméstica se a disponibilidade de matéria-prima sinalizasse a viabilidade dos investimentos [Abiquim (2012)]. Já os produtos da indústria química que têm matérias-primas alternativas ao gás natural, como as resinas termoplásticas (cujo principal insumo alternativo é a nafta), podem se valer, em um cenário de baixos preços, da possibilidade de utilizar gás natural para incrementar sua competitividade.⁴⁶

Com relação ao consumo de gás na geração de energia elétrica, deve-se ressaltar que a matriz elétrica brasileira é predominantemente baseada em recursos renováveis, com destaque para a fonte hidráulica. Para assegurar a estabilidade da oferta utiliza-se, de forma complementar, a geração por fontes renováveis ou não. Note-se que as fontes renováveis, como biomassa e eólica, não são tão estáveis quanto a geração por fontes não renováveis, como o gás natural, tendo em vista a sazonalidade a que estão sujeitas.

O gás natural corresponde a 4,4% da oferta interna de energia elétrica (Gráfico 10). Apesar do número relativamente baixo, o gás desempenha função essencial para a oferta, sendo o maior responsável por garantir a estabilidade do sistema em picos de demanda ou em períodos em que o regime hidrológico não é favorável, assumindo, assim, a função de *backup* do sistema.

O segmento termoeletrico é, tradicionalmente, o segundo maior consumidor de gás natural, ainda que apresente grande variação pelo fato de sua produção ser complementar à geração hídrica e, portanto, sazonal.

Hoje, o parque térmico a gás natural conta com capacidade de geração de 9.326 MW,⁴⁷ o que, segundo estimativas, gera uma demanda potencial de gás natural de 55 milhões de m³/dia, muito acima da demanda do segmento industrial. Destaque-se, todavia, que o despacho médio anual das térmicas a gás vem permanecendo historicamente abaixo dos 35%.⁴⁸ Em virtude do papel que as usinas termoeletricas desempenham para a manutenção da segurança do sistema elétrico brasileiro, toda a infraestrutura de produção, escoamento, processamento e transporte é dimensionada para atender aos picos de geração térmica. Da mesma maneira, os proje-

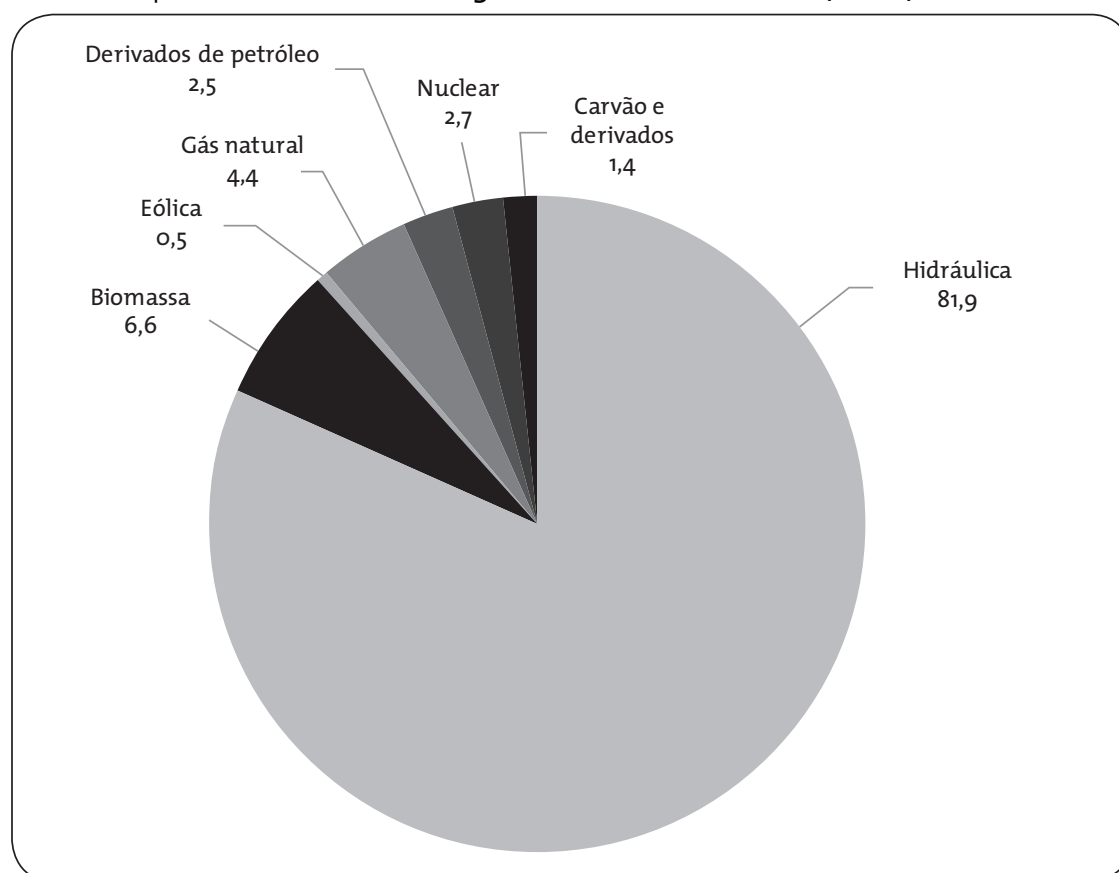
⁴⁶ Nos Estados Unidos, por exemplo, observa-se um aumento na participação relativa do gás natural como matéria-prima para o propileno, em detrimento da nafta. Segundo estudo privado do IHS, a participação do gás nessa indústria aumentou mais de dez pontos percentuais desde 2009, alcançando um valor superior a 50% ao fim de 2011.

⁴⁷ *Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural*, n. 63, jun. 2012, MME.

⁴⁸ CNI (2010).

tos para a ampliação da oferta de GNL (construção do terminal de GNL na Bahia e ampliação da capacidade do terminal da Baía de Guanabara) também se destinam a propiciar maior flexibilidade de atendimento ao mercado termoeletrico local, e assim garantir o suprimento de gás natural para manutenção da segurança do sistema elétrico, e a otimizar a utilização do gás nacional produzido e importado por meio do Gasbol para atendimento ao mercado das distribuidoras, que têm contratos firmes e demandas mais estáveis.

Gráfico 10 | Oferta interna de energia elétrica no Brasil, 2011 (em %)



Fonte: EPE (2011).

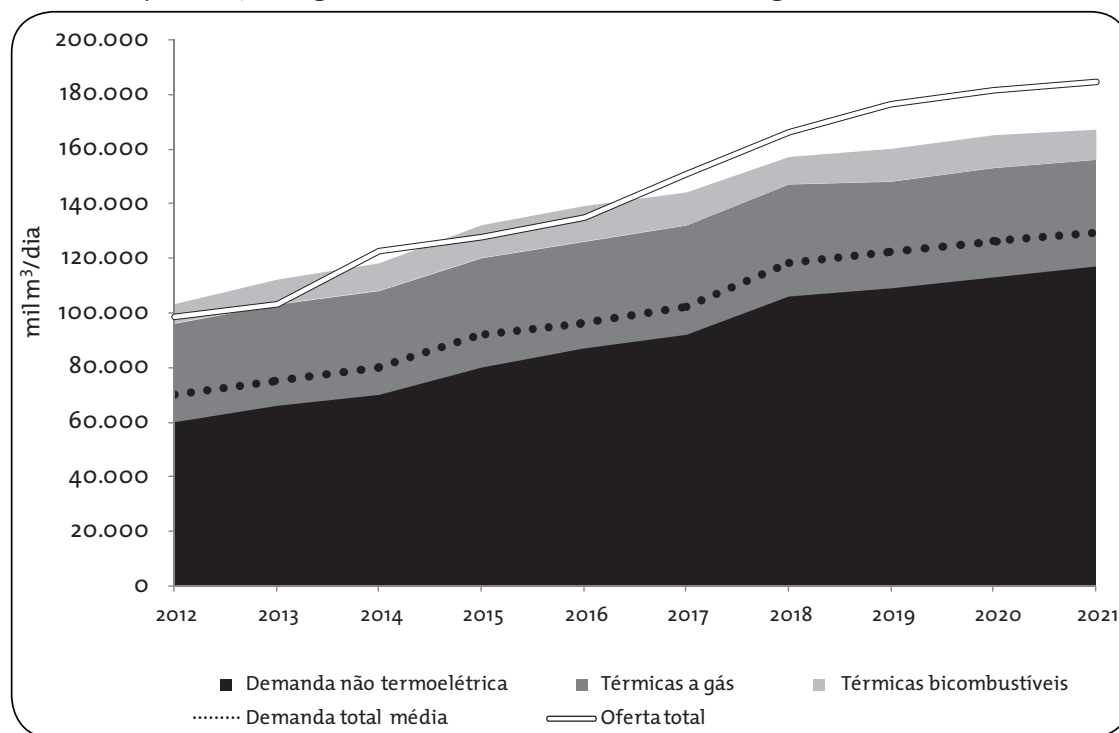
Balanço do gás natural no Brasil

Em seu Plano de Expansão de Energia, EPE (2012b) traçou o cruzamento entre oferta e demanda de gás natural previstas até 2021. O Gráfico 11 representa as projeções para a malha integrada, composta pelas regiões Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. A Região Norte, por não estar interligada às demais, foi analisada em separado.

Quando cruzadas as projeções de oferta e demanda da malha integrada, verifica-se que há excesso de oferta total no mercado em 2014 e a partir de 2016. É importante esclarecer que esse cenário leva em conta o despacho máximo das termoeletricas, tanto as unidades a gás quanto as bicomcombustíveis. Nesse cenário, é necessário que as térmicas bicomcombustíveis operem com combustível alternativo, a não ser que haja antecipação de aumentos da produção e/ou da importação de GNL adicional para atender à demanda excedente.

Para as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, o estudo projeta elevação da oferta em razão do aumento da produção nessas regiões, além de expansão na capacidade do terminal de GNL da Baía de Guanabara. Para a Região Nordeste, recentemente ligada às demais por meio do Gasene, projeta-se queda na oferta regional líquida, que poderá ser suprida por GNL ou pelo excedente de alguma das outras regiões. Essa queda ocorrerá por causa do declínio natural dos campos nordestinos, associado a um aumento da demanda no segmento não termoeletrico.

Gráfico 11 | Balanço de gás natural no Brasil – malha integrada



Fonte: EPE (2012b).

Portanto, independentemente da dinâmica das regiões, o estudo da EPE não vislumbra a existência de superávits estruturais de gás natural em suas projeções.

Observe-se, também, que o sistema de transporte, com exceção do trecho norte do Gasbol, entre Corumbá (MS) e Paulínia (SP), e do sistema isolado do estado do Amazonas, foi todo construído no leste do país. Haja vista que a produção do gás ocorre majoritariamente na plataforma continental e que os maiores mercados consumidores estão próximos da costa, o traçado do sistema de escoamento e transporte reflete essas características. Portanto, qualquer tentativa para interiorizar o uso do gás natural demandará pesados investimentos em infraestrutura.

A concentração das capacidades de escoamento e de transporte ocorre também com a capacidade de processamento de gás natural. Atualmente, a capacidade de processamento de gás natural no Brasil é de 96.696 mil m³/dia.⁵⁰ Com exceção dos estados da Bahia e do Amazonas, que produzem considerável quantidade de gás natural e demandam capacidade de processamento, a quase totalidade das Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGN) está localizada nos estados do Espírito Santo, do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Hoje, tendo em vista as perspectivas de aumento de demanda de gás oriundo, principalmente, da demanda termoeletrica, das unidades de fertilizantes da Petrobras e das refinarias (seja das novas, como a RNEST e Comperj, ou resultantes do processo de modernização do parque atual), é indispensável a expansão da malha de transporte e da capacidade de processamento.⁵¹ No entanto, no PDE 2021 só se consideraram os projetos aprovados ou em implantação, isto é, aqueles projetos definidos no Plano de Aceleração do Crescimento, que representam, porém, ampliações marginais. Dessa forma, o novo ciclo de investimentos para a malha de transporte e para a capacidade de processamento só ocorrerá a partir da definição do Plano Decenal de Expansão da Malha de Transporte Dutoviário (Pemat) e das licitações que se seguirão, como será descrito a seguir.

Desde 2009, com a promulgação da Lei do Gás (Lei 11.909/09), a construção ou a ampliação de gasodutos de transporte, com algumas exceções, passaram a estar sujeitas ao regime de concessão e a ser objeto de planeja-

⁵⁰ *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2012*, Tabela 2.30.

⁵¹ No 2º Ciclo de Investimentos da Petrobras (2006-2012), concluiu-se a implantação da malha integrada de transporte de gás. No 3º Ciclo de Investimentos (2012-2016), é prevista a construção de uma UPGN em Cabiúnas, de novas estações de compressão e de pontos de entregas.

mento centralizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).⁵² O objetivo central do MME com a mudança é tornar mais competitivo o mercado de transporte, levando à ampliação dos investimentos em infraestrutura.

O resultado do processo de planejamento será o Pemat, por meio do qual serão avaliadas a infraestrutura existente e a necessidade de expansão, com o propósito de atender aos mercados identificados. No Pemat estarão identificadas ainda todas as construções e ampliações previstas para um horizonte de dez anos, e com base nisso, define-se o processo de licitação.

Há algumas dificuldades para execução desse planejamento pelo lado da previsão da demanda (em função essencialmente das dificuldades relacionadas ao comportamento dos preços dos energéticos substitutos), mas principalmente pelo lado da disponibilidade da oferta. Tais dificuldades se relacionam às incertezas sobre o volume de gás natural do pré-sal e sobre as quantidades de gás que serão reinjetadas para a produção de óleo, à confirmação dos potenciais em bacias terrestres, tais como a Bacia do São Francisco (não convencional), a Bacia do Parnaíba (convencional e não convencional) e a Bacia do Paraná (não convencional), além de ao baixo conhecimento das reservas de recursos não convencionais.

Destaca-se que, no balanço de oferta e demanda de gás natural do PDE 2021, não há excedentes estruturais disponíveis e os investimentos em ampliação da infraestrutura de transporte são residuais até 2016.

Preços do gás natural no Brasil

O preço ao consumidor final resulta da soma dos custos de produção (ou preço da “molécula”), de transporte e de distribuição, adicionados aos impostos, conforme equação:

$$\text{Preço do gás natural} = \text{preço da “molécula”} + \text{tarifa de transporte} + \\ \text{margem do distribuidor} + \text{impostos}$$

Esse preço deve ser tal que remunere: os custos de exploração e de produção, o transportador pelo custo de transporte e o distribuidor pelos custos da distribuição e comercialização.

⁵² Além disso, essa lei estabeleceu como mecanismo de escolha do concessionário as chamadas públicas, cujos editais têm anexados a si os termos de compromisso assinados pelos carregadores.

Entre os custos relevantes de exploração e produção, estão as participações governamentais estabelecidas pela Lei 9.478/97 (Lei do Petróleo). Essa lei prevê pagamento de bônus de assinatura, pagamento pela ocupação ou retenção da área (chamado de aluguel), *royalties* e participações especiais (incidentes em campos de elevada produtividade).^{53, 54}

À exceção do GNL, o mercado brasileiro é abastecido pelo gás boliviano e nacional. Via de regra, as distribuidoras compram o gás nacional da Petrobras por meio de contratos firmes, firmes-flexíveis e leilões de venda de gás no curto prazo.

Os leilões de vendas semanais são, na verdade, contratos de curto prazo que servem para as distribuidoras ajustarem seus balanços de oferta e demanda de gás natural ao mesmo tempo em que reduzem seus custos de aquisição, já que substituem o gás mais caro dos contratos firmes. Pelo histórico dos últimos anos, é possível notar que esses contratos têm vigência trimestral e são renovados de acordo com o balanço de oferta e demanda esperado para o próximo trimestre.

Com relação aos contratos firmes, é necessário fazer a distinção entre o gás nacional e o gás boliviano. Este último atende às áreas de concessão do estado de São Paulo e os estados da Região Sul, principalmente; e o nacional, além de atender a parte da aérea de concessão da Comgas no estado de São Paulo, atende ao restante do Brasil. O Quadro 1 resume ambos os contratos.

Quadro 1 | Contratos firmes nacional e boliviano de gás

Modalidade dos contratos	Firme boliviano	Firme nacional
Preço	Insumo: reajuste pela variação trimestral de uma cesta de óleos + Transporte: reajuste anual pelo Consumer Price Index (americano) + Variação cambial	Parcela variável: reajuste trimestral pela variação de uma cesta de óleos + Parcela fixa: reajuste anual pelo IGP-M

Fonte: Elaboração própria.

⁵³ Além disso, essa lei estabelece compensação financeira a ser provida ao proprietário da terra, no valor de 1% da produção bruta.

⁵⁴ No caso americano, conforme discutido neste artigo, incidem sobre a produção as mesmas participações. A diferença, contudo, é que, nas terras privadas, essas participações são todas pagas ao proprietário da terra.

Expõe-se que os reajustes dos contratos de fornecimento são atrelados a uma cesta de óleos. Além disso, em ambos os casos (gás boliviano e nacional), ocorre reajuste pela inflação (americana e brasileira, respectivamente). Sobre o preço do gás boliviano incide, ainda, a variação cambial. Assim, o preço do gás natural no Brasil acompanha, mesmo que com certa defasagem, a evolução da cotação do petróleo.

Em estudo da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan), publicado em dezembro de 2011 [Firjan (2011)], é mostrada uma simulação da composição da tarifa de gás natural no Brasil. O preço da molécula representa cerca de 43% do preço total, enquanto a margem de transporte 16%, a margem de distribuição 20% e os impostos 21%.

Há uma perspectiva, em [EPE (2012b)], de que no longo prazo o mercado de gás se torne mais competitivo, com a divulgação do Pemat e das licitações dos novos gasodutos. No entanto, ainda que seja estabelecido livremente em um mercado *spot*, o preço do gás continuará, no longo prazo, atrelado ao preço dos derivados substitutos para a geração elétrica e para o setor industrial.

A Tabela 6, a título de ilustração, compara o preço do gás no Brasil e em outros países em dezembro de 2012.

Tabela 6 | Preços de gás no Brasil e no exterior

Brasil*	Contratos	Preço (US\$/milhões de BTU)
Nordeste	Gás nacional	12,6407
Sudeste	Gás nacional	12,4068
Centro-Oeste	Gás importado	11,7702
Sudeste	Gás importado	10,4592
Sul	Gás importado	10,4584
Alemanha	Gás russo na fronteira	11,23
Reino Unido	National Balance Point (NBP)	8,86
Estados Unidos	Henry Hub	3,42

Fonte: *Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural*, n. 69, dez. 2012, MME.

* Preços Petrobras para distribuidora sem desconto (isento de tributos e encargos).

O Brasil e o gás não convencional: pontos para reflexão

O baixo preço do gás natural nos Estados Unidos, decorrente do aumento da oferta de *shale gas*, vem causando perspectivas positivas para o país.

A possibilidade de tornar-se independente energeticamente, de aumentar a competitividade de suas indústrias, de elevar o nível de empregos e, ainda, de reduzir a emissão de gases do efeito estufa vem trazendo uma euforia ao mercado americano e a outros países detentores de reservas de *shale gas*, como o Brasil.

Cumprir notar, entretanto, que os mercados americano e brasileiro são bastante distintos, abarcando peculiaridades que devem ser observadas para se avaliarem reais possibilidades e impactos da produção desse gás não convencional no Brasil.

O aumento da oferta de *shale gas* nos Estados Unidos esteve ancorado em significativo apoio governamental, mediante incentivos fiscais e parcerias para pesquisa e desenvolvimento tecnológico que possibilitaram grande avanço nas atividades de exploração e produção. Ademais, a oferta foi viabilizada por um forte mercado consumidor e por uma infraestrutura preexistente de transporte, processamento, armazenamento e distribuição bastante densa, abrangente e integrada. A localização das reservas de *shale gas*, distribuídas por boa parte do território americano, também reforça a facilitação do transporte e da distribuição ao mercado.

No Brasil, a localização das reservas de gás não convencional parece estar mais concentrada nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Bahia, onde, atualmente, a disponibilidade de gasodutos e a capacidade de processamento e de distribuição são nulas ou baixas, excluindo-se a região do recôncavo baiano. O mercado brasileiro ainda é pequeno quando comparado aos mercados dos países desenvolvidos da Europa e aos Estados Unidos, sobretudo por causa da menor demanda residencial (em função de características climáticas) e do papel das termoeletricas na oferta de eletricidade (apenas complementar à fonte hídrica).

O mercado de gás no Brasil abrange ainda outra peculiaridade, que é o fato de a Petrobras ser a supridora quase exclusiva de gás e detentora dos ativos de transporte. Para a Petrobras, há três objetivos principais definidos no Plano de Negócios 2012-2016 (PN 2012-2016) para Gás e Energia: maior flexibilidade da oferta de gás com a construção e ampliação de terminais de GNL; garantia da segurança energética por meio de usinas termoeletricas (UTE); e implantação das fábricas de fertilizantes, em razão da expansão da fronteira agrícola brasileira e do elevado déficit comercial do setor. Assim, considerando que a principal prioridade da Petrobras é a exploração e a pro-

dução de óleo, seria relevante o estímulo à diversificação das fontes de suprimento de gás, em especial *onshore* (convencional ou não convencional).⁵⁵

Nesse aspecto, faz-se necessário indicar alguns pontos importantes para o desenvolvimento da exploração do gás *onshore* e do desenvolvimento do mercado de gás natural no Brasil.

Com relação à carência de infraestrutura de transporte, para que se viabilize sua ampliação e, por conseguinte, a monetização das reservas, é preciso que se estructurem polos industriais demandantes de gás. Ou seja, é necessário que haja concentração da demanda em polos, preferencialmente distribuídos pelo país. Vale destacar que, com a nova Lei do Gás, haverá estímulo para que outros atores construam gasodutos de transporte e comercializem o gás.

O *boom* norte-americano, ocorrido na última década, foi resultado de um esforço contínuo de pesquisa iniciado nos anos 1970. Ainda que grande parte do processo de exploração e produção do gás não convencional ainda seja empírico, é preciso destacar a necessidade do desenvolvimento de tecnologias de exploração e produção no Brasil, em virtude das peculiaridades das bacias sedimentares do país e da baixa disponibilidade de estudos sísmicos.

Além dessas tecnologias, o fato de as formações não convencionais terem características geológicas distintas das convencionais sugere a necessidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em tecnologias para avaliação do potencial das bacias sedimentares mais promissoras em gás *onshore*, bem como o comportamento da produção nesses locais.⁵⁶ As avaliações disponíveis atualmente são escassas e carecem de precisão. Esse movimento deve ser o primeiro passo para definirem-se os blocos não convencionais a serem licitados.

Outro fator importante é a disponibilidade de sondas de perfuração e unidades de fraturamento hidráulico de grande porte para gás não convencional. Hoje, os esforços estão voltados para a estruturação da cadeia *offshore*. Portanto, faz-se necessário avaliar suas possíveis sinergias com a cadeia dos recursos não convencionais. Também é relevante discutir a definição de cláusulas de conteúdo local adequadas ao estágio da atividade

⁵⁵ Em relação a isso, a Petrobras comunicou fato relevante, em 11.1.2013, informando a criação do programa *onshore* de gás natural voltado para exploração, produção e monetização de gás natural, convencional e não convencional, das bacias sedimentares terrestres, para seu aproveitamento em geração termelétrica e produção de fertilizantes nitrogenados para atendimento do agronegócio brasileiro.

⁵⁶ Mesmo nos Estados Unidos, onde essas tecnologias se encontram mais desenvolvidas, grande parte dos estudos aponta a necessidade de grandes investimentos em P&D nessa área [MIT (2011)].

no Brasil, visando tanto à viabilidade da produção quanto à consolidação de uma cadeia de fornecedores no Brasil.

É preciso que se avalie, outrossim, a pertinência de se organizarem leilões específicos para campos de gás não convencional, em função de suas características peculiares.⁵⁷ Como já foi discutido, requisitos de conteúdo local, que constam do edital de licitação, podem ser diferentes, para esses campos, dos estabelecidos para os campos convencionais. Além disso, por terem taxa de declínio mais acentuada e início de produção mais rápido, os campos não convencionais podem requerer também prazos de concessão mais curtos. Ademais, considerando-se a acelerada taxa de declínio da produção, há a necessidade de que sejam realizados leilões regulares que permitam a manutenção da produção de gás não convencional.

No que tange às questões ambientais, é preciso que os órgãos competentes estejam plenamente capacitados para receber as demandas referentes às operações de gás não convencional. Em razão das diferenças de escala para as operações convencionais e dos possíveis impactos da atividade de fraturamento hidráulico, uma regulação específica pode ser requerida nesse âmbito.

Por fim, a perspectiva da produção de consideráveis volumes de gás não convencional no Brasil se apresenta como uma oportunidade para a indústria brasileira. A entrada de novos *players* e o aumento da oferta de gás nacional, não convencional ou convencional, assim como a ampliação e o acesso à infraestrutura de transporte, conforme regulado pela Lei do Gás, são condições importantes para que se possa viabilizar uma redução do preço do gás natural no mercado nacional e, dessa maneira, contribuir para a recuperação da competitividade dos setores que utilizam gás como matéria-prima, caso da indústria química e dos setores energo-intensivos.

Referências

ABIQUIM — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. *Elementos para adoção de uma política voltada para o aproveitamento do gás natural como matéria-prima e para o desenvolvimento dos segmentos industriais vinculados à sua cadeia*. Nota técnica. São Paulo, 9 abr. 2012. Enviado por correio eletrônico.

⁵⁷ O ministro de Minas e Energia, Edison Lobão, anunciou, em 10 de janeiro de 2013, que o governo planeja realizar, até o mês de dezembro, uma rodada de licitações de blocos exploratórios de gás não convencional.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Boletim Anual de Preços 2012: preços do petróleo, gás natural e combustíveis nos mercados nacional e internacional*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=59757>>. Acesso em: 3 out. 2012.

BAKER INSTITUTE. Shale Gas and U.S. National Security. *Baker Institute Policy Report*, n. 49. Houston, Texas, out. 2011.

BLOOMBERG. *Chesapeake's 1% Tax Rate Shows Cost of Drilling Subsidy*. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/news/2012-07-02/chesapeake-s-1-tax-rate-shows-cost-of-drilling-subsidy.html>>. Londres, 2012. Acesso em: 19 dez. 2012.

CAMPBELL, P. *Plundering private property rights: Resource-rich landowners face a daunting future*. Disponível em: <<http://appvoices.org/2012/06/11/plundering-private-property-rights/>>. Acesso em: 1º nov. 2012.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *A indústria e o Brasil – gás natural uma proposta de política para o Brasil*. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.cni.org.br/portal/data/pages/FF808081314EB36201314F83631F68B2.htm>>. Acesso em: 27 out. 2012.

EIA – U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*. Washington DC: US Department of Energy, 2011. Disponível em: <<http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/fullreport.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Contexto Mundial e Preço do Petróleo: uma visão de longo prazo*. Rio de Janeiro, 2008.

_____. *Balanço Energético Nacional 2012: Ano-Base 2011*. Brasília, MME/EPE, 2012a.

_____. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (PDE 2021)*. Brasília, MME/EPE, 2012b.

GWPF – THE GLOBAL WARMING POLICY FOUNDATION. *The Shale Gas Shock*. London: GWPF, 2011. Disponível em: <<http://www.thegwpf.org/wp-content/uploads/2012/09/Ridley-ShaleShock.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2012.

ESTADOS UNIDOS. Department Of Energy (DOE). *Shale Gas: Applying Technology to Solve America's Energy Challenges*. Washington DC: US Department of Energy, mar. 2011. Disponível em: <http://www.netl.doe.gov/technologies/oil-gas/publications/brochures/Shale_Gas_March_2011.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2012.

FIORI, J. L.; MEDEIROS, C.; SERRANO, F. *O Mito do Colapso do Poder Americano*. Rio de Janeiro: Record, 2008.

FIRJAN – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Estudos para o Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro: Quanto custa o gás natural para a indústria no Brasil? Rio de Janeiro: Firjan, dez. 2011.

HUGHES, D. *Will Natural Gas Fuel America in the 21st Century?* Califórnia: Post Carbon Institute, mai. 2011. Disponível em: <<http://www.postcarbon.org/reports/PCI-report-nat-gas-future.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2012.

HUNT, G. *Shale growth in other nations: how realistic is it?* The Energy Collective, 2012. Disponível em: <<http://theenergycollective.com/gary-l-hunt/105071/shale-growth-other-nations-how-realistic-it>>. Acesso em: 1º nov. 2012.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Golden Rules for a Golden Age of Gas: World Energy Outlook Special Report on Unconventional Gas*, 2012. Disponível em: <<http://www.thegwpf.org/wp-content/uploads/2012/09/Ridley-ShaleShock.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2012.

IGU – INTERNATIONAL GAS UNION. *Wholesale Gas Price Formation: A Global Review of Drivers and Regional Trends*, 2011. Disponível em: <<http://www.igu.org/igu-publications/IGU%20Gas%20Price%20Report%20June%202011.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2012.

IHS. *The Economic Contribution of the Onshore Independent Oil and Natural Gas Producers to the U.S. Economy*, 2011. Disponível em: <<http://www.ipaa.org/wp-content/uploads/downloads/2012/03/IHSFinalReport.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

IPAA – INDEPENDENT PETROLEUM ASSOCIATION OF AMERICA. *Economic Reports*, 2012. Disponível em: <<http://www.ipaa.org/economics-analysis-international/economic-reports/>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

KPMG GLOBAL ENERGY INSTITUTE. *Shale Gas: A Global Perspective*. Canadá, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/shale-gas-global-perspective.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2012.

MAUGERI, L. *OIL: The Next Revolution. The Unprecedented Upsurge of Oil Production Capacity and What It Means for the World*. Harvard Kennedy School. Boston, MA, 2012. Disponível em: <<http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/Oil-%20The%20Next%20Revolution.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2012.

MIT – MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *The Future of Natural Gas: An Interdisciplinary MIT Study*. Boston, 2011. Disponível em: <http://mitei.mit.edu/system/files/NaturalGas_Report.pdf>. Acesso em: 20 set. 2012.

NPC – NATIONAL PETROLEUM COUNCIL. *Prudent Development: Realizing the Potential of North America's Abundant Natural Gas and Oil Resources*. Executive Summary, 2011, 68p. Disponível em: <<http://www.npc.org/NARD-ExecSummVol.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2012.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Induced Seismicity Potential in Energy Technologies*. Washington (DC), 2012. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13355>. Acesso em: 26 out. 2012.

PARBONI, R. *The Dollar and its rivals*. Londres: NLB and Verso Editions, 1981.

RADOW, E. *Homeowners and gas drilling leases: boon or bust? New York: New York State Bar Association*, 2011. Disponível em: <<http://www.nysba.org/AM/Template.cfm?Section=home&template=/CM/ContentDisplay.cfm&ContentID=44613>>. Acesso em: 1º nov. 2012.

RAE – ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. *Shale Gas Extraction in UK: a Review of Hydraulic Fracturing*. Londres, 2012. Disponível em: <http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/projects/shale-gas/2012-06-28-Shale-gas.pdf>. Acesso em: 26 out. 2012.

RUTLEDGE, I. Profitability and supply price in the US domestic oil industry: implications for the political economy of oil in the twenty-first century. 2003. *Cambridge Journal of Economics*, n. 27(1), p. 1-23.

_____. *Addicted to oil: America's relentless drive for energy security*. Londres: I.B. Tauris, 2006.

SERRANO, F. Relações de Poder e Política Macroeconômica Americana: de Bretton Woods ao Padrão Dólar Flexível. In: FIORI, J. (Org.). *O Poder Americano*. Petrópolis: Ed. Vozes, 2004.

THE NEW YORK TIMES. *After the Boom In Natural Gas*. *The New York Times journal*, New York edition, New York, 21 out. 2012. Page BU1. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2012/10/21/business/energy-environment/in-a-natural-gas-glut-big-winners-and-losers.html>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

TREMBATH, A. *et al.* *Where the Shale Gas Revolution Came From: Government's Role in the Development of Hydraulic Fracturing in Shale*. Breakthrough Institute Energy & Climate Program, 2012. Disponível em: <http://thebreakthrough.org/blog/Where_the_Shale_Gas_Revolution_Came_From.pdf>. Acesso em: 18 out. 2012.

WSJ – WALL STREET JOURNAL. The shale gas secret: why has drilling boomed in America, while it struggles in Europe? *The Wall Street Journal*, US Edition, 14 jul. 2012, p. A12.

WEC – WORLD ENERGY COUNCIL. *Survey of Energy Resources: Shale Gas – What's New*. Londres, 2012. Disponível em: <<http://www.worldenergy.org/documents/shalegasupdatejan2012.pdf>>. Acesso em: 21 mai. 2012.

WILLIAMS, C. *US gas bonanza from fracking slow to spread globally*. *Los Angeles Times*, Los Angeles, 24 out. 2012. Disponível em: <http://latimesblogs.latimes.com/world_now/2012/10/us-boon-from-shale-gas-fracking-holds-little-global-promise.html>. Acesso em: 1º nov. 2012.

YERGIN, D. *The Quest: Energy, Security and the Remaking of the Modern World*. New York: Penguin Press, 2011.

ZALAN, P. V. *O Potencial Petrolífero Brasileiro Além do Pré-Sal*. Portal Geofísica Brasil, set. 2012. Disponível em: <<http://www.geofisicabrasil.com/artigos/41-opinioao/4274-o-potencial-petrolifero-brasileiro-alem-do-pre-sal.html>>. Acesso em: 10 out. 2012.

ZIEGENFUSS, K.; CHAPMAN, D. *Leasing of natural gas drilling rights on public and private land in New York*. Cornell University. Ithaca, New York, 2003. Disponível em: <http://dyson.cornell.edu/outreach/extensionpdf/2003/Cornell_AEM_eb0315.pdf>. Acesso em: 1º nov. 2012.

Panorama da indústria de bens de capital para a construção civil

Bernardo Hauch Ribeiro de Castro

Daniel Chiari Barros

Suzana Gonzaga da Veiga*

Resumo

O Brasil vem experimentando, nos últimos anos, ampliação de capacidade produtiva e elevação dos investimentos em infraestrutura, especialmente no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e dos grandes eventos, como a Copa do Mundo de 2014 e a Olimpíada de 2016, além de um aquecimento do mercado imobiliário. Na medida em que tais investimentos se traduzem em um aquecimento do setor de construção civil (novas fábricas, reformas, ampliações e instalações), espera-se um consequente aumento da demanda por máquinas para construção. O setor vive um importante ciclo de investimentos, incluindo a entrada de novos *players*. O objetivo deste artigo é apresentar um panorama da indústria de bens de capital (BC) aplicados à construção civil, a fim de identificar oportunidades de atuação do BNDES e de fortalecimento dessa indústria no Brasil.

* Respectivamente, gerente, economista e estagiária do Departamento de Indústria Pesada da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem os comentários de Antonio Marcos Hoelz Pinto Ambrozio, Eduardo Santos da Costa, Haroldo Fialho Prates, Luciana Silvestre Pedro e Marcos Rossi Martins, isentando-os da responsabilidade por erros remanescentes.

Introdução

O setor de construção civil vem experimentando um notável crescimento nos últimos anos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a receita bruta total das empresas de construção no Brasil cresceu 97% entre 2007 e 2010. O valor adicionado pela cadeia produtiva da construção civil representou 8,9% do Produto Interno Bruto (PIB) do país em 2011, ante 8,1% no ano anterior, o que soma R\$ 315,3 bilhões [Abramat-FGV (2012)]. A indústria de construção vem sendo foco de políticas públicas e extensivamente estudada por sua importância econômica e capacidade de geração de empregos.

A cadeia da construção civil dispõe de diversos elos que perpassam outros setores da indústria, resultando em um importante efeito de encadeamento. A título de exemplo, uma nova edificação pode incorporar materiais de fabricação tão diversos quanto vidro, cerâmica, metal e gesso, entre outros.

A busca por produtividade na construção civil tem levado a um investimento cada vez maior em máquinas e equipamentos. Ainda que a tradição brasileira priorize a construção moldada no local, percebe-se uma gradativa mudança, com o uso de pré-moldados de concreto e aço e de estruturas metálicas. Com isso, a utilização de máquinas para movimentação de cargas (gruas e guindastes, por exemplo) se intensificou. Como será visto a seguir, em grandes movimentações de terra, a presença de máquinas é bastante elevada.

O objetivo deste artigo é apresentar um panorama da indústria de bens de capital aplicados à construção civil, a fim de identificar oportunidades de atuação do BNDES e de fortalecimento dessa indústria no Brasil.

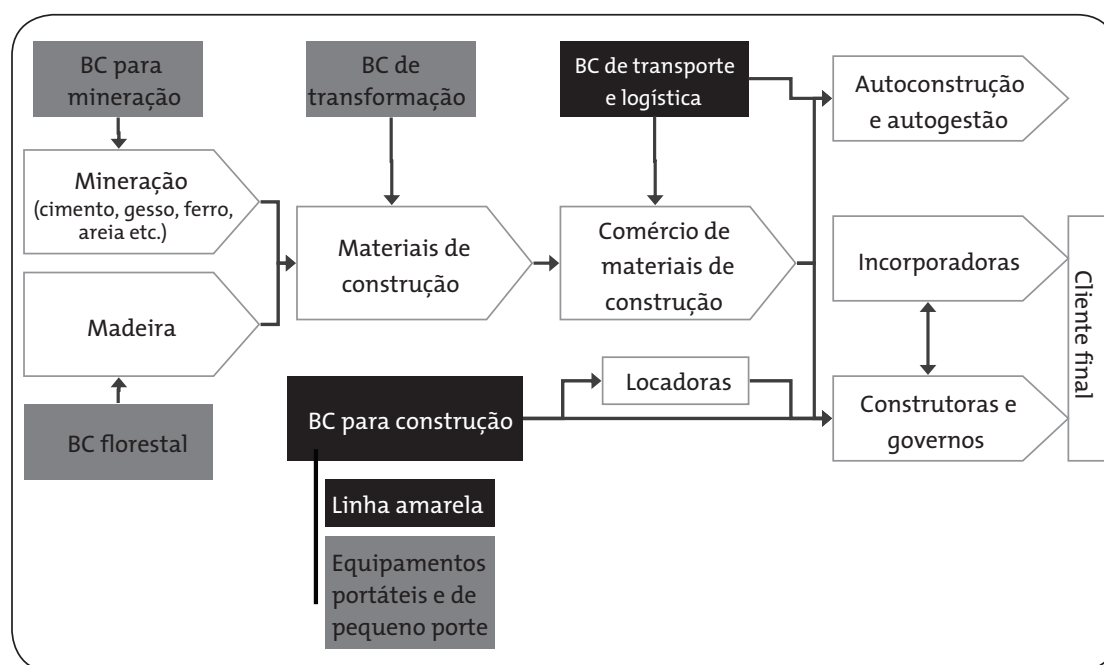
Delimitação da indústria

Por a construção civil ser uma indústria com muitas ramificações, há uma grande diversidade de bens de capital utilizados direta e indiretamente em sua cadeia. Muitos estudos têm como foco a indústria de construção, entendendo as máquinas e equipamentos como um insumo. Assume-se neste artigo que algumas categorias de máquinas podem ser consideradas insumos, como os elevadores de pessoas e os aparelhos de ar-condicionado, já que tais máquinas são incorporadas à nova edificação. No entanto, o foco do presente estudo não contempla esse tipo de máquina, mas sim as utilizadas

como bens de capital para a produção das obras de construção, ou ainda, as máquinas com aplicação direta nos canteiros de obras.

Assim, o primeiro passo foi reorganizar a cadeia, de forma a melhor identificar o foco do trabalho. Partiu-se da cadeia de materiais de construção proposta pela Abrammat-FGV (2011), da segmentação desenhada por Deconcic/Fiesp (2008) e de reflexões dos autores para a proposta ilustrada na Figura 1, na qual os segmentos de bens de capital estão discriminados em grupos que serão tratados (cor preta) e que não serão tratados (cor cinza) neste artigo.

Figura 1 | Fluxo simplificado da indústria de construção e o papel dos bens de capital na cadeia produtiva



Fonte: Elaboração própria, com base em Abrammat-FGV (2011) e Deconcic/Fiesp (2008).

O segmento de BC para construção pode ser dividido, conforme seus principais usos, em equipamentos para terraplenagem, sondagem e perfuração, fundação, acabamento/reparo/preparação da superfície, pavimentação, movimentação de cargas, controle de qualidade e produção na obra. Parte desse segmento inclui as máquinas rodoviárias, também intituladas de “linha amarela”.¹ A linha amarela é constituída por máquinas pesadas utilizadas nas obras da construção civil e de infraestrutura, especialmente para mo-

¹ Recebem esse nome por, normalmente, serem pintadas de amarelo pelos fabricantes, seguindo uma padronização.

vimentação de terra. Essa linha de produtos é composta por escavadeiras hidráulicas, pás carregadeiras, tratores de esteira, caminhões fora de estrada, minicarregadeiras, minipás carregadeiras, motoniveladoras, retroescavadeiras e rolos compactadores. Os equipamentos portáteis ou de pequeno porte, embora sejam também entendidos como BC para construção, não estão no escopo deste trabalho, em razão da dificuldade de sistematização das informações desse segmento, que incorpora também as de uso doméstico.

O segmento de BC de transporte e logística inclui todos aqueles destinados a entregar e movimentar os materiais de construção nas obras. Neste estudo, estão sendo incluídos apenas os caminhões-betoneiras, os caminhões fora de estrada, as gruas, os guindastes e os *telehandlers*. O conjunto de máquinas composto por guindastes, gruas, plataformas aéreas, *telehandlers*, compressores portáteis e tratores de pneus é conhecido como “linha cinza”.

O segmento de BC para mineração inclui máquinas e equipamentos utilizados na extração mineral. As máquinas da linha amarela, tais como carregadeiras, escavadeiras hidráulicas e caminhões fora de estrada, são bastante utilizadas no setor de mineração. Há máquinas específicas para mineração, como as grandes escavadeiras e perfuradoras de rocha, que, contudo, não serão abordadas no presente estudo. Ainda que o segmento não esteja incluído neste estudo, inevitavelmente alguns aspectos serão considerados, uma vez que várias máquinas têm uso misto e diversas empresas que atuam nesse segmento também atuam no de BC para construção. A título de informação, o setor de mineração vem crescendo de forma consistente, impulsionado pelo aumento na exportação de minérios, principal item da pauta de exportações brasileira, representando US\$ 44,2 bilhões ou 17,3% do total exportado em 2011 [Secex/MDIC (2012)].

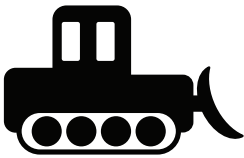
Os segmentos de BC florestal e BC de transformação, que também não serão tratados neste artigo, incluem, respectivamente, máquinas e equipamentos para extração e transporte de madeira, como motosserras, escavadeiras florestais e cortadores de troncos, e toda a categoria de BC para uso industrial, incluindo equipamentos para siderurgia, metalurgia, serrarias, indústria de tintas e vernizes e processamento de cimento, entre vários outros.

Em resumo, será chamado de BC para construção, ou de máquinas para construção, o conjunto formado pelo segmento de BC para construção pro-

priamente dito e pelo de BC para transporte e logística com aplicação direta nos canteiros de obras. Essas máquinas serão o foco do presente estudo.

O Quadro 1 exibe um glossário com a descrição das máquinas citadas nesta seção. Embora ainda haja esforços para o desenvolvimento de novos tipos de máquinas, os tipos listados têm uso bastante difundido mundialmente e servirão de base para as análises subsequentes.

Quadro 1 | Descrição das principais máquinas para construção

Máquinas rodoviárias – linha amarela	
 <p>Caminhão fora de estrada Máquina de grande porte utilizada principalmente no transporte de minério, mas também de areia e brita. Sua capacidade varia de vinte a quatrocentas toneladas.</p>	 <p>Escavadeira hidráulica Máquina para cavar e levantar materiais, principalmente terra. Aplicação em construção e mineração.</p>
 <p>Motoniveladora Máquina usada para terraplanagem, para nivelamento do terreno e preparação do solo para compactação.</p>	 <p>Pá carregadeira Máquina para levantar e carregar materiais, principalmente terra. Há também versão com esteiras.</p>
 <p>Retroescavadeira Máquina que conjuga as funções de escavadeira e de pá carregadeira.</p>	 <p>Rolo compactador Máquina utilizada na compactação do solo e para pavimentação.</p>
 <p>Trator de esteira Máquina para empurrar a terra para frente (<i>bulldozer</i>) ou para os lados (<i>angledozer</i>). Usada em terraplanagem e mineração.</p>	 <p>Motoscraper (raspadora) Máquina que utiliza uma lâmina para raspar o solo e o armazena em uma caçamba.</p>
Outros equipamentos da linha amarela incluem miniescavadeiras, minicarregadeiras (<i>skid steers</i>), pavimentadoras, perfuradoras de rocha, rompedoras hidráulicas e equipamentos de britagem e peneiração, entre outros.	

Continua

Continuação

Outros equipamentos para construção	
 <p>Caminhão-basculante Também chamado de caçamba, serve para o transporte de areia e brita. A capacidade varia entre 4 m³ e 25 m³.</p>	 <p>Caminhão articulado De aplicação similar ao caminhão-basculante, porém com capacidade normalmente maior, de vinte a quarenta toneladas. A articulação permite também maior facilidade para manobra.</p>
 <p>Caminhão-betoneira (autobetoneira) Caminhão para transporte de concreto da central de mistura até os locais das obras.</p>	 <p>Caminhão-guindaste Equipamento móvel para movimentação de cargas.</p>
 <p>Grua Equipamento fixo para movimentação de cargas. A capacidade varia de 0,8 toneladas a 18 toneladas.</p>	 <p>Plataforma aérea Máquina dotada de um cesto para um operário, que permite atingir pontos de difícil acesso. Há também versão com uma tesoura elevatória.</p>
 <p>Telehandler Equipamento para elevação de cargas.</p>	<p>Outros equipamentos para construção ainda incluem tratores de pneu utilizados na construção, compressores portáteis, autobombas de concreto, entre outros.</p>

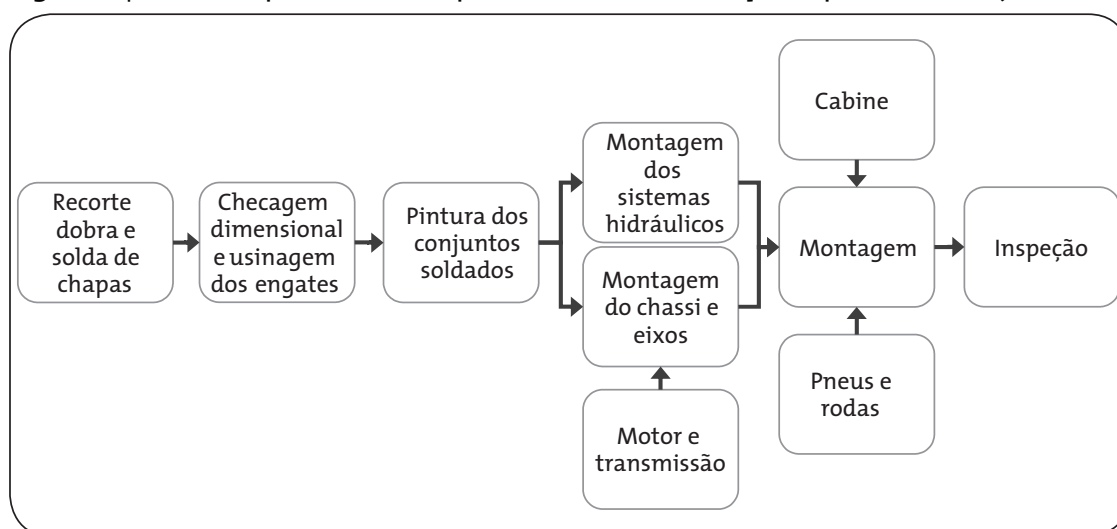
Fonte: Elaboração própria, com base em Nicholson (2012a), IBGE e consulta aos fabricantes.

Processo de fabricação de máquinas para construção

Máquinas para construção são, em geral, veículos de aplicação específica, fabricados, embora com algumas diferenças, por meio de uma lógica semelhante à das montadoras de automóveis.

A fim de ilustrar o processo produtivo de uma máquina para construção, foi tomada como exemplo a fabricação de uma pá carregadeira. A Figura 2 mostra de forma simplificada esse processo.

Figura 2 | Processo produtivo simplificado de uma máquina para construção



Fonte: Elaboração própria.

A principal matéria-prima para a fabricação de uma máquina para construção é o aço plano. No Brasil, os principais fornecedores são a Arcelor-Mittal, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e a Usiminas. As chapas de aço são recortadas, normalmente utilizando equipamentos de corte a *laser*, em função de sua espessura. As peças recortadas são soldadas formando o chassi e os braços hidráulicos das máquinas.

Com os blocos soldados, são feitas análises dimensionais e ajustes nas furações para garantir a precisão dos encaixes, sobretudo entre o chassi e os braços. Todos os componentes soldados são pintados.

Em seguida, é realizada a montagem do chassi, com os eixos e o conjunto de motor e transmissão. As maiores fabricantes costumam dispor de fabricação própria dos motores, mas existem também empresas especializadas na fabricação de motores a diesel, como a MWM e a Cummins. Os braços hidráulicos são acoplados ao chassi.

O conjunto recebe as cabines, que incluem, entre outros dispositivos, a poltrona do operador, os comandos eletrônicos e uma proteção de vidro. É frequente a fabricação de cabines por terceiros, por vezes empresas de capital nacional, como a Automotiva Usiminas, a Cabinas Real, a Agro Sprau, a Ricar Cabines e a Cabinas de Bona. Os cabos dos componentes elétricos e eletrônicos das cabines são conectados ao grupo motor e são realizados testes de funcionamento.

Por fim, são montados os conjuntos de pneus e rodas. No caso de máquinas com esteiras, a montagem básica é um pouco diferente, com as esteiras já

montadas com o chassi. De acordo com a complexidade das máquinas, o processo produtivo pode ser diferente, embora a lógica básica percorra os passos desenhados na Figura 2, ou seja, o ciclo recorte-solda-pintura-montagem.

Panorama internacional

O mercado global de máquinas para construção é relativamente concentrado. As vendas das empresas do segmento somaram cerca de US\$ 180 bilhões em 2011 e as dez principais empresas foram responsáveis por cerca de 65% do mercado. As duas maiores empresas concentraram 31,5% das vendas. A Tabela 1 lista os principais fabricantes mundiais e suas respectivas participações de mercado.

Tabela 1 | Principais fabricantes mundiais de máquinas para construção

Empresas	País	2010		2011	
		Vendas (US\$ milhões)	Participação de mercado (%)	Vendas (US\$ milhões)	Participação de mercado (%)
Caterpillar	EUA	27.767	18,3	35.296	19,5
Komatsu	Japão	17.781	11,7	21.750	12,0
Volvo CE	Suécia	8.325	5,5	10.013	5,5
Hitachi Construction Machinery	Japão	8.398	5,5	9.997	5,5
Liebherr	Alemanha	6.392	4,2	7.930	4,4
Sany	China	5.102	3,4	7.861	4,3
Zoomlion	China	4.708	3,1	7.171	4,0
Terex	EUA	4.418	2,9	6.505	3,6
Doosan Infracore	Coreia do Sul	5.200	3,4	5.830	3,2
John Deere	EUA	3.705	2,4	5.372	3,0
XCMG	China	4.463	2,9	5.259	2,9
JCB	Reino Unido	3.159	2,1	4.300	2,4
Kobelco	Japão	3.859	2,6	3.927	2,2
CNH	Itália	2.946	1,9	3.876	2,1
Demais empresas		45.562	30,1	45.913	25,4
Total		151.785	100,0	181.000	100,0

Fonte: Elaboração própria, com base em Sleight (2011) e Sany (2012).

A relação de máquinas produzidas costuma variar bastante, ainda assim nenhuma empresa dispõe de um portfólio completo. Em geral, as empresas menores se especializam e fornecem soluções específicas para determinados nichos. Como exemplo, a alemã Liebherr tem uma tradição em desenvolvimento de guindastes. Dentre os principais *players*, destacam-se a norte-americana Caterpillar e a japonesa Komatsu. O Quadro 2 ilustra o portfólio das principais empresas.

Quadro 2 | Portfólio das principais empresas do setor de máquinas para construção no mundo

Empresa	Retroscavadeiras	Miniescavadeiras	Minipás carregadeiras	Plataformas aéreas	Telehandlers	Guindastes	Equipamentos de concreto	Tratores de esteira	Rolos compactadores	Motoniveladoras	Escavadeira hidráulica	Pás carregadeiras sobre rodas	Caminhões articulados	Caminhões fora de estrada	Rompedor hidráulico	Equipamento de britagem e peneiração
Caterpillar	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	
Komatsu	x	x	x		x			x		x	x	x	x	x		
Volvo Construction Equipment	x	x	x		x				x	x	x	x	x			
Hitachi Construction Machinery		x		x		x					x	x	x	x		
Liebherr					x	x	x	x			x	x				
Sany	x	x				x	x	x	x	x	x	x				
Zoomlion		x				x	x	x	x	x	x	x				
Terex	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x			x
Doosan Infracore		x	x		x				x		x	x	x	x		
John Deere	x	x	x					x		x	x	x	x			
XCMG	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
JCB	x	x	x	x					x		x	x				
Kobelco		x				x					x					
CNH	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x			

Fonte: Sleight (2011).

Segundo Vermulm e Erber (2002, p. 51-52),

as empresas que dominam este mercado são de origem multinacional, que produzem no Brasil alguns dos produtos que não são fabricados em outras unidades do grupo, geralmente o que se poderia considerar como os produtos mais maduros de uma linha de produção deste segmento. Os grupos controladores das empresas buscam a especialização de plantas, definindo para a unidade brasileira aqueles produtos com maior mercado regional, objetivando a apropriação de economias de escala e redução de custos de logística. A constituição de áreas de livre comércio tende a solidificar essa estratégia pois tornará mais viável a transação comercial entre unidades do próprio grupo econômico. É com essa configuração que o segmento de máquinas rodoviárias coloca-se como aquele que detém o maior montante de exportação da indústria de bens de capital. [...] Por outro lado, as importações encontram-se concentradas em partes e peças para essas máquinas. [...] Trata-se, fundamentalmente, de operações intra-firma.

De fato, há um intenso comércio internacional de máquinas para construção. Para fins ilustrativos, tomando o Brasil como exemplo, as exportações de máquinas rodoviárias correspondiam a aproximadamente 14% do faturamento das empresas brasileiras, enquanto no setor automobilístico representavam cerca de 8% em 2011.² A lógica de plataformas de exportação fica ainda mais evidente ao analisarem-se os dados das tabelas 2 e 3, que mostram que os dez maiores países exportadores concentraram 79% das vendas em 2011, enquanto os dez maiores importadores somaram cerca de 49% no mesmo ano. Há uma pulverização das vendas e uma crescente concentração da produção.

Tabela 2 | Participação nas exportações mundiais dos principais países (em US\$ milhões)

2009			2010			2011		
1º	Japão	6.296	1º	Japão	10.437	1º	Japão	13.251
2º	EUA	5.889	2º	EUA	7.726	2º	EUA	10.966
3º	Alemanha	4.948	3º	Alemanha	5.626	3º	China	7.497
4º	China	3.702	4º	China	4.654	4º	Alemanha	7.208
5º	Itália	1.924	5º	Coreia do Sul	3.023	5º	Coreia do Sul	4.882

Continua

² Parâmetros calculados com base em informações disponíveis em Anfavea (2012).

Continuação

2009			2010			2011		
6º	Reino Unido	1.922	6º	Reino Unido	2.690	6º	Bélgica	3.759
7º	Bélgica	1.713	7º	Bélgica	2.177	7º	Reino Unido	3.507
8º	Holanda	1.481	8º	Itália	1.866	8º	Itália	2.686
9º	França	1.455	9º	França	1.824	9º	França	2.432
10º	Coreia do Sul	1.382	10º	Holanda	1.753	10º	Holanda	2.397
Subtotal		30.713	Subtotal		41.776	Subtotal		58.585
14º	Brasil	615	12º	Brasil	1.378	11º	Brasil	2.212
Mundo		41.364	Mundo		54.732	Mundo		74.188
Participação dos dez primeiros 74,2%			Participação dos dez primeiros 76,3%			Participação dos dez primeiros 79,0%		

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da UN/Comtrade.

Nota: Os produtos selecionados englobam máquinas autopropelidas para movimentação de terra, construção de estradas etc. (Cód. 8429), máquinas de movimentação de terra, perfuração e bate-estacas, excluindo as para neve (Cód. 8430, parcial) e guindastes e caminhões-guindastes, incluindo guas e excluindo pontes-rolantes e guindastes para o setor naval (Cód. 8426, parcial).

Tabela 3 | Participação nas importações mundiais dos principais países (em US\$ milhões)

2009			2010			2011		
1º	China	2.737	1º	China	4.253	1º	EUA	5.986
2º	EUA	2.392	2º	EUA	3.230	2º	Rússia	4.534
3º	Canadá	2.083	3º	Canadá	3.093	3º	Canadá	4.445
4º	Rússia	1.606	4º	Rússia	2.293	4º	China	4.181
5º	Austrália	1.565	5º	Austrália	2.072	5º	Austrália	3.568
6º	México	1.510	6º	Arábia Saudita	1.638	6º	Indonésia	2.721
7º	Índia	1.215	7º	Indonésia	1.543	7º	Alemanha	2.356
8º	Alemanha	1.203	8º	Alemanha	1.495	8º	Holanda	2.029
9º	Bélgica	986	9º	Holanda	1.373	9º	Bélgica	1.969
10º	China e Hong Kong	959	10º	Brasil	1.289	10º	França	1.747
Subtotal		16.256	Subtotal		22.280	Subtotal		33.534
14º	Brasil	920	10º	Brasil	1.289	11º	Brasil	1.703
Mundo		39.842	Mundo		52.852	Mundo		68.195
Participação dos dez primeiros 40,8%			Participação dos dez primeiros 42,2%			Participação dos dez primeiros 49,2%		

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da UN/Comtrade.

Nota: Seleção de produtos idêntica à da Tabela 2.

Uma análise das vendas internas de países selecionados mostra uma concentração em países em desenvolvimento, o que é esperado, visto que nesses países se concentram os grandes investimentos em infraestrutura.

A Tabela 4 mostra os dados de vendas internas dos principais países no segmento de máquinas para construção da linha amarela. As vendas internas do Brasil foram inseridas na tabela apenas para fins de análise do posicionamento do mercado brasileiro e serão mais bem detalhadas adiante.

Tabela 4 | Vendas de máquinas para construção nos principais mercados (em unidades)

	China		Europa Ocidental		América do Norte		Japão		Índia		Brasil	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Tratores de esteira	6.900	7.000	623	685	5.200	5.200	790	700	562	700	612	870
Retroescavadeira	400	500	4.508	4.825	8.700	9.000	n.d.	n.d.	16.001	25.000	5.114	7.661
Pás carregadeiras sobre rodas	137.870	201.630	12.208	13.085	10.450	10.700	6.060	6.000	1.902	2.500	2.271	3.783
Escavadeiras hidráulicas	80.388	96.000	13.685	14.120	9.600	9.600	10.100	8.000	7.944	11.300	2.635	4.068
Caminhões fora de estrada	811	850	276	328	850	650	100	100	808	700	50	135
Motoniveladoras	1.967	1.900	213	242	2.600	2.700	120	100	342	450	1.245	2.094
Rolos compactadores	13.360	10.700	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.787	2.700	1.455	2.548
Minipás carregadeiras	375	400	4.383	4.715	22.300	23.500	680	600	290	550	1.200	2.500
Total	242.071	318.980	35.896	38.000	59.700	61.350	17.852	15.500	30.636	43.900	14.582	23.659

Fonte: Elaboração própria, com base em Off-Highway Research (2010a), Off-Highway Research (2010b), Off-Highway Research (2010c), DEEE/Abimaq e Nicholson (2012a).

Nota: n.d. = não disponível.

Cabe destacar que o mercado chinês registrou vendas bastante superiores em relação aos outros mercados – cerca de cinco vezes maior que o da América do Norte, o segundo maior mercado interno no ano de 2010. Ressalta-se que a demanda de pás carregadeiras e de escavadeiras hidráulicas na China foi muito superior à de outros mercados, reflexo dos altos investimentos em infraestrutura no país. A Índia foi responsável pelas maiores vendas de retroescavadeiras, constituindo cerca de 40% do total de equipamentos de construção vendidos no país em 2010. O Brasil também apre-

sentou demanda considerável de retroescavadeiras, posicionando-se como o terceiro maior mercado interno desse tipo de máquina.

O aumento de vendas do mercado chinês deve-se, em parte, ao intenso processo de urbanização do país. Em 2011, a China consumiu quase a metade de toda a produção mundial do setor, o que a torna amplamente competitiva nesse mercado. Outro fato importante é a participação da China nas exportações de máquinas para construção, que vem se elevando nos últimos anos, assim como a da Coreia do Sul. Em 2011, a indústria pesada chinesa foi responsável por cerca de 40% das exportações do país. Em contrapartida, em 1992, essa participação restringia-se a 20%, o que mostra a mudança no quadro exportador, que antes era dominado pela indústria de bens de consumo [Roberts (2012)].

A demanda dos mercados da Índia e do Brasil também tem forte tendência de crescimento. No Brasil, fatores como os grandes eventos esportivos e a expansão da construção civil devem influenciar positivamente o desempenho do setor. Na Índia, o processo de urbanização e o crescimento econômico recente trazem boas perspectivas. Estima-se que 60% da demanda mundial de equipamentos desse setor virá de Brasil, Índia e China em 2015. Vale ressaltar que, em 2004, os três países, juntos, representavam apenas 23% da demanda [Redação AB (2012)].

Os mercados da Europa e América do Norte desempenharam lenta recuperação no consumo de máquinas para construção em 2010, diante do impacto da crise financeira internacional. A crise da dívida pública na Europa gerou, em parte, o baixo crescimento de vendas no setor, o que torna as perspectivas de mercado pouco otimistas. Já os Estados Unidos (EUA), que representam o maior mercado da América do Norte, vêm retomando o crescimento econômico, posicionando-se como um relevante mercado e com boas perspectivas [Off-Highway Research *apud* Le Grand (2012)].

Estima-se que o mercado global de máquinas para construção salte de uma média anual de 820 mil unidades entre 2006 e 2010 para 940 mil entre 2011 e 2015 [Off-Highway Research *apud* Le Grand (2012)]. A China, sozinha, respondeu por um volume estimado em 405 mil em 2011 [AB Volvo (2012)].

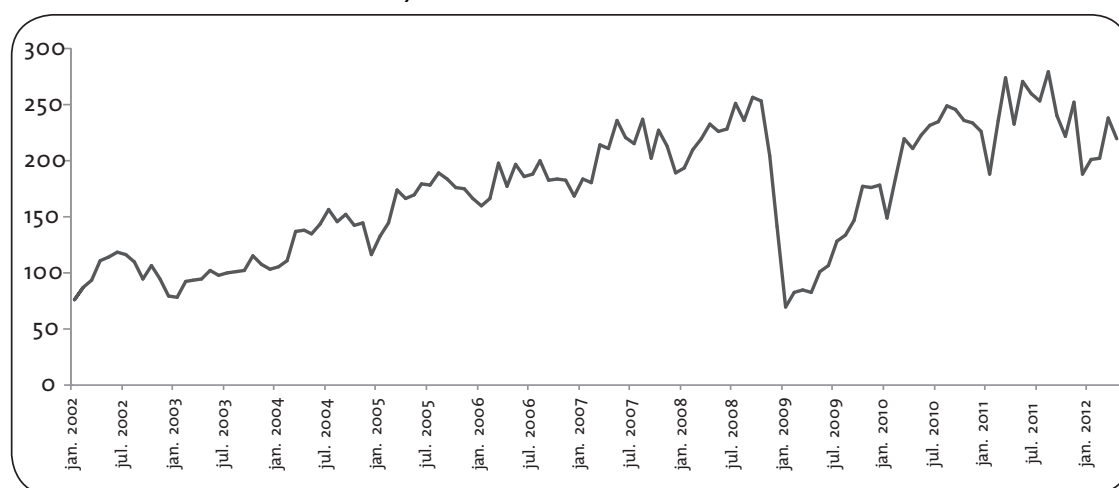
Panorama brasileiro

A frota brasileira de máquinas para construção é estimada em cerca de 500 mil equipamentos. Construtoras e empresas de locação possuem as maiores frotas, com tamanho médio de pouco mais de duzentas máquinas, ainda que algumas disponham de mais de mil unidades. Considerando apenas a linha amarela, a estimativa é de uma frota de 167.300 máquinas em operação [Nicholson (2012b)].

Produção e vendas

O Gráfico 1 mostra a evolução da produção física de máquinas e equipamentos para construção a partir de 2002. Entre os anos de 2002 a 2008, a tendência observada foi de expansão da produção. No fim de 2008 e em 2009, a crise financeira mundial e as incertezas dela decorrentes atingiram fortemente o setor. Nos quatro primeiros meses de 2009, a produção caiu para patamar inferior à média de 2002. A recuperação foi, todavia, rápida e, em meados de 2010, a produção já se assemelhava aos níveis pré-crise. Embora o início de 2012 tenha sido pior do que 2011, as perspectivas para o setor, em virtude de uma série de fatores analisados adiante, são positivas.

Gráfico 1 | Produção física de máquinas e equipamentos para construção (número-índice – média de 2002 = 100)

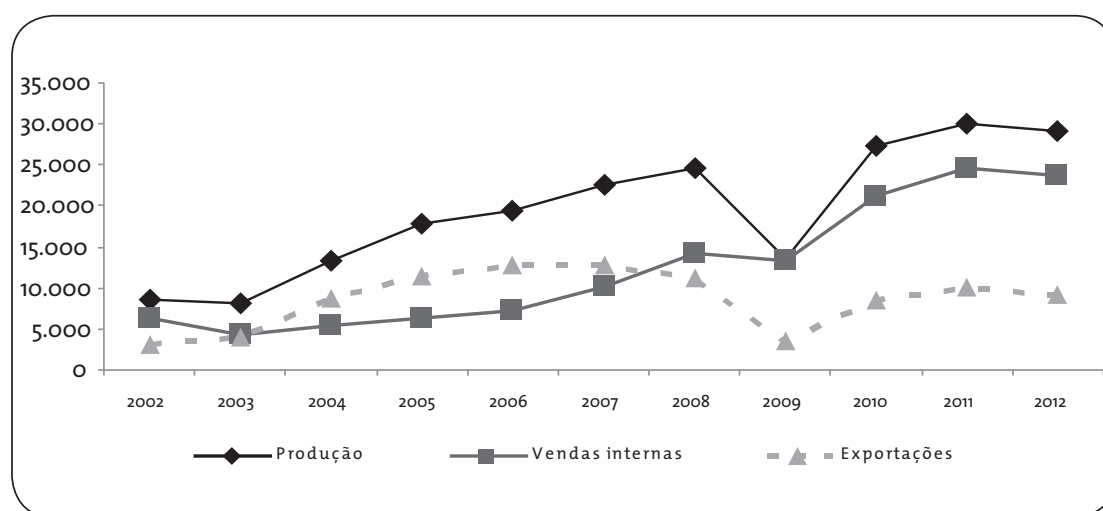


Fonte: IBGE.

A linha amarela, composta por máquinas para movimentação de terra, representa uma fatia expressiva do setor de máquinas para construção e extração mineral. Conforme pode ser visualizado no

Gráfico 2, de maneira análoga ao observado para o setor em sua totalidade, a produção da linha amarela se expande até 2008, reduz na crise de 2009 e recupera-se a partir de 2010. Em 2011, foram produzidas mais de 30 mil máquinas no país. O mercado interno, que durante os anos de 2004 a 2007 foi menos relevante que o mercado externo, vem crescendo de forma significativa. Em 2011, as vendas domésticas alcançaram cerca de 24,7 mil unidades. O crescimento econômico, a ascensão social de parcela importante da população, que possibilita a aquisição de imóveis para muitas famílias pertencentes à classe C, a redução das taxas de juros, programas governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Programa Minha Casa Minha Vida vêm impulsionando as vendas de máquinas no Brasil. As exportações da linha amarela, por seu turno, vêm se mantendo em patamar inferior ao período pré-crise, em razão, sobretudo, do baixo dinamismo da economia mundial a partir da crise.

Gráfico 2 | Produção, vendas internas e externas da linha amarela – máquinas selecionadas* – 2002 a 2012



Fonte: DEEE/Abimaq.

* Tratores de esteira, retroescavadeiras, pás carregadeiras de rodas, escavadeiras hidráulicas, caminhões fora de estrada, motoniveladoras, rolos compactadores e *skid steers*.

É importante destacar que, por envolver um elevado custo fixo, muitas construtoras optam por alugar as máquinas para construção. Dessa forma, o mercado de locação vem se tornando cada vez mais relevante, ao lado dos demais clientes do setor, que englobam as construtoras, especialmente as de maior porte, e as concessionárias de veículos.

Em 2007, o mercado de locação brasileiro respondia por 15% das vendas de máquinas. Em 2011, essa percentagem dobrou. A quantidade de locadoras cresceu 65% entre 2000 e 2009, atingindo o patamar de 1.160 locadoras em 2009, conforme mostra a Tabela 5. Em 2010, essa quantidade praticamente dobrou, sendo computadas 2.400 locadoras no território brasileiro, segundo a Associação Brasileira das Empresas Locadoras de Bens Móveis (Alec). Consequentemente, houve mudanças nas vendas destinadas para o cliente final e para as locadoras. Em 1990, 85% do faturamento do mercado eram provenientes das vendas de máquinas para o cliente final e 15% para as locadoras. Em 2009, essa percentagem inverteu-se. Conclui-se que as locadoras estão demandando mais máquinas por causa do crescente interesse das construtoras e do governo pelo aluguel destas.

Tabela 5 | Mercado brasileiro: locadoras x cliente final

	Marcas no mercado	Quantidade de locadoras	% faturado cliente final	% faturado locadoras
Até 1980	4	8	99	1
1980 a 1990	4	45	85	15
1990 a 2000	8	700	50	50
2000 a 2009	15	1160	15	85

Fonte: Weber (2009) *apud* Alec (2012).

Principais máquinas para construção

O produto de maior volume de produção e vendas na linha amarela é a retroescavadeira. As retroescavadeiras são destinadas, em sua maior parte, ao mercado interno, e as importações são pouco expressivas. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq), foram produzidas mais de 10,5 mil unidades do produto em 2012. A produção de pás carregadeiras, escavadeiras hidráulicas e motoniveladoras também é expressiva no Brasil. Pás carregadeiras e escavadeiras hidráulicas têm como destino principalmente o mercado local. Já as motoniveladoras são comercializadas, em sua maioria, no mercado externo. Tratores de esteiras também são relevantes na pauta de exportações. As miniescavadeiras (ausentes na Tabela 6 por escassez de dados) são importadas em sua totalidade. De acordo com a Associação Brasileira de Tecnologia para Construção e Mineração (Sobratema), cerca de 850 dessas máquinas foram importadas em 2011.

Tabela 6 | Produção, vendas e comércio externo brasileiros das principais máquinas para construção

Tratores de esteiras (em unidades)					
	2008	2009	2010	2011	2012
Produção	3.415	986	2.235	3.279	2.936
Vendas	664	612	870	1.022	1.071
Exportação	2.701	771	1.760	2.491	2.168
Importação	n.d.	n.d.	n.d.	200 ¹	n.d.
Retroescavadeiras (em unidades)					
	2008	2009	2010	2011	2012
Produção	6.177	5.160	8.133	9.085	10.558
Vendas	5.199	5.114	7.661	8.239	8.701
Exportação	1.124	483	988	814	1.193
Importação	n.d.	n.d.	n.d.	562 ¹	n.d.
Motoniveladoras (em unidades)					
	2008	2009	2010	2011	2012
Produção	5.043	2.199	5.242	5.387	4.300
Vendas	1.245	1.245	2.094	1.922	1.378
Exportação	3.481	1.289	2.886	3.113	2.826
Importação	n.d.	n.d.	n.d.	320 ¹	n.d.
Rolos compactadores (em unidades)					
	2008	2009	2010	2011	2012
Produção	1.635	1.364	2.221	2.007	1.370
Vendas	1.227	1.455	2.548	2.177	1.670
Exportação	609	291	425	313	377
Importação	439	358	663	460	310
Pás carregadeiras de rodas (em unidades)					
	2008	2009	2010	2011	2012
Produção	4.408	2.459	5.070	5.667	4.572
Vendas	3.008	2.271	3.783	3.986	3.884
Exportação	1.598	428	1.271	1.441	990
Importação	169	72	123	206	112
Escavadeiras hidráulicas (em unidades)					
	2008	2009	2010	2011	2012
Produção	3.231	1.364	4.092	4.439	4.982
Vendas	2.837	2.635	4.068	4.284	4.050
Exportação	868	121	840	1.560	1.167
Importação	1.407	743	1.002	1.063	635

Fonte: Abimaq.

¹ Estimativa Sobratema.

No mercado brasileiro, existem ainda outras máquinas para construção com grande demanda. Um panorama geral do mercado é exibido na Tabela 7.

Tabela 7 | Vendas internas de máquinas para construção selecionadas (em unidades)

	2008	2009	2010	2011	2012 ²
Tratores de esteiras	664	612	870	1.022	1.350
Retroescavadeiras	5.199	5.114	7.661	8.239	8.950
Motoniveladoras	1.245	1.245	2.094	1.922	2.500
Rolos compactadores	1.227	1.455	2.548	2.177	2.300
Pás carregadeiras sobre rodas	3.008	2.271	3.783	3.986	3.740 ³
Escavadeiras hidráulicas	2.837	2.635	4.068	4.284	4.110 ³
Caminhões fora de estrada	130	50	135	170	105
Minicarregadeiras	2.200	1.200	2.500	3.300	3.600
Subtotal linha amarela	16.510	14.582	23.659	25.100	26.655
Compressores portáteis	1.420	1.400	1.800	2.200	2.640
Gruas	130	200	350	350	300
Guindastes (esteira, <i>truck</i> etc.)	360	400	500	700	800
Plataformas aéreas	2.750	900	3.200	3.700	4.250
<i>Telehandlers</i>	300	150	700	1.200	1.320
Tratores de pneu ¹	3.390	2.160	3.410	3.050	3.200
Caminhões rodoviários ¹	24.000	21.600	34.100	43.400	43.400
Subtotal demais equipamentos	32.350	26.810	44.060	54.600	55.910
Total	48.860	41.392	67.719	79.700	82.565

Fonte: Elaboração própria, com base em Sobratema *apud* Rigon (2012) e DEEE/Abimaq.

¹ Estimativa da Sobratema de demanda desses equipamentos na construção.

² Projeção Sobratema, exceto quando indicado.

³ Estimativa BNDES.

A Tabela 7 mostra algumas máquinas com volumes equivalentes aos das produzidas no Brasil, o que indica um provável espaço para sua produção local. A demanda por máquinas para construção vem apresentando uma trajetória de crescimento nos últimos anos, com exceção do ano de 2009. No entanto, os impactos da crise daquele ano se concentraram em algumas máquinas, como pás carregadeiras sobre rodas, plataformas aéreas, tratores e caminhões, mas nas pás carregadeiras a queda esteve concentrada nas exportações. Algumas máquinas apresentaram crescimento expressivo, como é o caso das gruas, que praticamente triplicaram suas vendas de 2008 a 2011, e dos *telehandlers*, que quadruplicaram. Nesse período, as máquinas da linha amarela tiveram um crescimento médio de 15% a.a., enquanto o conjunto total das máquinas para construção cresceu quase 18% a.a.

Em guindastes sobre caminhão, as importações são maiores que a produção local, representando 447 unidades, contra 330 produzidas em 2011. O número, no entanto, tende a cair nos anos seguintes, tendo em vista que uma das empresas líderes em importações nesse segmento (162 unidades) está implantando uma unidade no Brasil [Vidotti (2012)].

Principais fabricantes no Brasil

A indústria de máquinas para construção do Brasil é diversificada e composta basicamente por grandes grupos multinacionais. A exceção é a Randon, empresa brasileira que atua em diversos segmentos, como o de implementos rodoviários e autopeças. No ramo de máquinas para construção e mineração, produz retroescavadeiras e caminhões fora de estrada. A Caterpillar é a líder de mercado na linha amarela. Sua participação, considerando o mercado da América do Sul, foi de cerca de 39% em 2011. A Komatsu, a CNH, a Terex e a Volvo vieram em sequência, com participações de 26%, 10%, 9% e 6% em 2011, respectivamente [Revich *et al.* (2012)]. Ciber, Dynapac, JCB e Volvo comercializam rolos compactadores, um diferencial dessas empresas, ao passo que Liebherr, Madal Palfinger e Manitowoc fabricam guindastes. Conforme mostra a Tabela 8, a indústria se concentra no interior de São Paulo. Na próxima seção, serão expostos os investimentos previstos nessa indústria. Vários *players* de grande porte darão início às operações industriais no país já em 2013.

Com o crescimento das importações, várias empresas estrangeiras atuam no Brasil via distribuidores autorizados. No segmento de guindastes, por exemplo, a alemã Sennebogen, as chinesas XCMG e Zoomlion, as japonesas Kobelco e Tadano e a norte-americana Link Belt [Rigon (2012)].

Quanto aos caminhões-betoneira, o conjunto de fabricantes é, em grande parte, diferente do de outras máquinas para construção. Em geral, eles também fabricam autobombas (caminhões que complementam o serviço das betoneiras, bombeando o concreto nas obras). Há algumas empresas instaladas no Brasil, das quais algumas são de capital nacional, como Cibi (Taubaté, SP), Convicta (São José dos Pinhais, PR), Esplanada/Rodomarca (Cascavel, PR) e Rigoni (São José dos Pinhais, PR), e outras são multinacionais, como a alemã Liebherr (Guaratinguetá, SP), a norte-americana McNeilus (Belo Horizonte, MG), a alemã Schwing Stetter (Mairiporã, SP), recentemente adquirida pela XCMG, e a italiana Siti (Mogi Guaçu, SP).

Tabela 8 | Principais empresas de máquinas para construção instaladas no Brasil

Empresa	Sede	Plantas industriais no Brasil	Produtos comercializados no Brasil								
			Retroescavadeiras	Tratores de esteira	Pás carregadeiras sobre rodas	Escavadeiras	Caminhões fora de estrada	Motoniveladoras	Rolos compactadores	Minicarregadeiras	Guindastes
Caterpillar	EUA	Piracicaba (SP) e Campo Largo (PR)	x	x	x	x	x	x		x	
Cíber	Alemanha	Porto Alegre (RS)							x		
CNH	Itália	Contagem (MG) e Sorocaba (SP)	x	x	x	x		x		x	
Dynapac	Suécia	Sorocaba (SP)							x		
JCB	Inglaterra	Sorocaba (SP)	x		x	x	x		x	x	
Komatsu	Japão	Suzano (SP)		x	x	x		x			
Liebherr	Alemanha	Guaratinguetá (SP)		x	x	x	x				x
Madal Palfinger	Áustria	Caxias do Sul (RS)									x
Manitowoc	EUA	Passo Fundo (RS)									x
Randon	Brasil	Caxias do Sul (RS)	x				x				
Sany	China	São José dos Campos (SP)				x		x	x		x
Terex	EUA	Cachoeirinha do Sul (RS)									
Volvo	Suécia	Pederneiras (SP)	x		x	x	x	x	x	x	

Fonte: Sites das empresas. Inclui plantas em regime de CKD.*

* CKD (*completely knock-down* ou *complete knock-down*, em inglês) são conjuntos de peças e/ou componentes de automóveis para exportação que posteriormente serão apenas montados no país receptor.

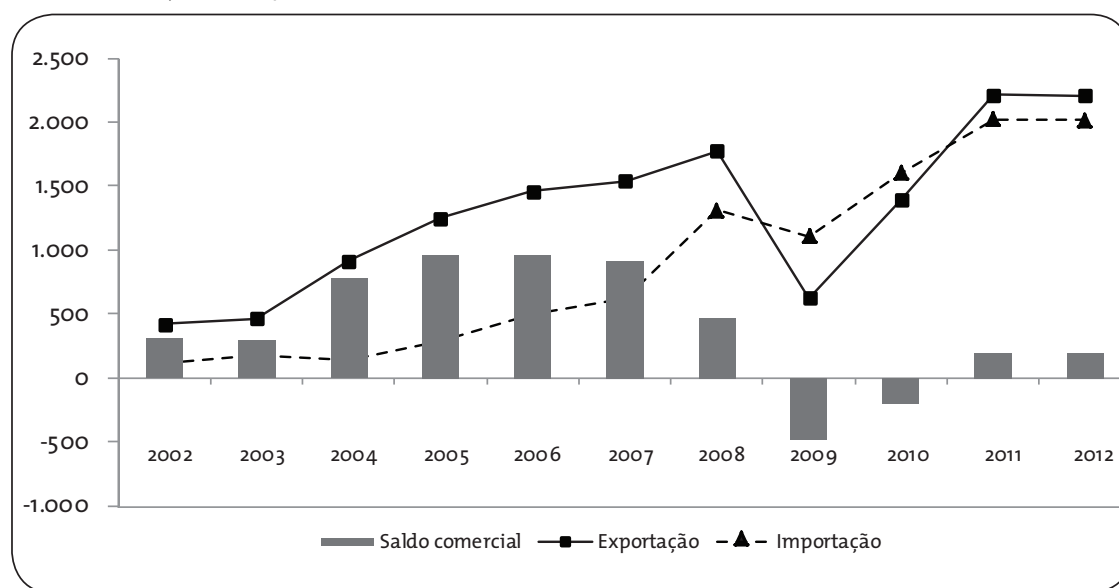
Comércio exterior

Historicamente, o Brasil é exportador líquido de máquinas para construção. O país exporta máquinas para diversos mercados, com maior destaque para motoniveladoras e tratores de esteira (*bulldozers* e *angledozeres*).

A despeito da apreciação da taxa real de câmbio observada a partir do fim de 2002, as exportações brasileiras de máquinas para construção cresceram

a uma taxa média de 18,2% a.a., em valor, no período de 2002 a 2012. Os anos de 2009 e 2010 foram de baixa demanda externa em virtude da crise internacional. As importações, por seu turno, cresceram a uma média de 33,1% a.a. entre 2002 e 2012, favorecidas pelo câmbio baixo, pelo crescimento da economia brasileira e do setor de construção e pela necessidade de renovação da antiga frota de máquinas para construção do país. Em 2011, conforme mostra o Gráfico 3, as importações superaram pela primeira vez a marca dos US\$ 2 bilhões. Com a escalada das importações, o saldo comercial do país no setor foi sendo reduzido. Em 2005, o saldo comercial chegou a US\$ 963 milhões. Em 2012, foi de apenas US\$ 193 milhões. Com os investimentos anunciados em novas plantas, tratados adiante, a produção no Brasil crescerá e deve vir a substituir parte da oferta externa.

Gráfico 3 | Exportação, importação e saldo comercial – máquinas selecionadas* – 2002 a 2012, em US\$ milhões



Fonte: Secex/MDIC.

* *Bulldozers, angledozers*, niveladoras, *scrapers*, pás mecânicas, escavadeiras, carregadoras e pás carregadoras, compactadores e rolos ou cilindros compressores, guindastes de torre, máquinas e aparelhos autopropulsados, outras máquinas e aparelhos de terraplanagem, nivelamento, raspagem, escavação, compactação, extração ou perfuração da terra, de minerais ou minérios; bate-estacas e arranca-estacas, tratores de lagartas, caminhões-guindastes, caminhões-betoneiras e outras máquinas para obras públicas.

O principal mercado das exportações brasileiras são os países da América do Sul e da América Central, como mostra a Tabela 9. Em 2011, 36% das vendas de máquinas brasileiras tiveram tal destino. Isso se deve ao fato de que muitas empresas aqui instaladas usam o país como plataforma de

exportação de seus produtos para os mercados próximos, cujas características são similares. Os países do NAFTA vêm como segundo principal destino, com participação crescente nos últimos anos. A Europa, a despeito da crise recente, também vem ampliando suas compras de máquinas para construção brasileiras.

Tabela 9 | Destino das exportações brasileiras de máquinas para construção* – 2009 a 2011

	2009		2010		2011	
	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%
Américas do Sul e Central	228	36	620	44	801	36
NAFTA	138	22	389	28	692	31
Europa	40	6	115	8	281	13
África	90	14	82	6	146	7
Ásia	107	17	161	12	230	10
Oceania	23	4	32	2	70	3
Total	626	100	1.399	100	2.220	100

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Secex/MDIC.

* Seleção idêntica à do Gráfico 3.

Tabela 10 | Origem das importações brasileiras de máquinas para construção* – 2009 a 2011

	2009		2010		2011	
	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%
Ásia	358,0	33	592	37	756,0	37
Europa	395,0	36	606	38	758,0	37
NAFTA	336,0	31	391	24	485,0	24
Américas do Sul e Central	3,0	0	14	1	14,0	1
Oceania	4,0	0	4	0	9,0	0
África	0,1	0	0	0	0,2	0
Total	1,096,0	100	1.607	100	2.220,0	100

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Secex/MDIC.

* Seleção idêntica à do Gráfico 3.

O quadro de origem das importações é bastante distinto do quadro de destino das exportações (ver Tabela 10). Ásia e Europa representaram 74% (ambos tiveram participação de 37%) das compras externas de máquinas

para construção pelo Brasil em 2011. O NAFTA perdeu participação no mercado brasileiro, representando 24% no ano de 2011. América do Sul, América Central, Oceania e África vendem quantidades não significativas dessas máquinas ao Brasil. Os números de comércio exterior evidenciam a importância da América do Sul e da América Central para o Brasil nesse mercado, considerando a posição superavitária em relação a esses países. Em 2011, o comércio com a região registrou vendas de US\$ 801,1 milhões e compras de apenas US\$ 14,3 milhões.

Perspectivas de investimentos para o Brasil e tendências tecnológicas do setor

Perspectivas de investimentos

Há três grandes direcionadores do investimento em BC para construção: a ampliação da capacidade industrial, os investimentos em infraestrutura e o mercado imobiliário.

O Brasil vem experimentando um aumento no investimento nos últimos anos. Depois de um período de relativa estabilidade da Formação Bruta de Capital Fixo, entre 1994 e 2005, observa-se uma mudança de trajetória, impulsionada, sobretudo, por uma opção mais clara em prol de uma política econômica mais desenvolvimentista [Barbosa e Souza (2010)]. A ampliação de capacidade produtiva, na medida em que se traduz, em geral, em obras (novas fábricas, reformas, ampliações e instalações), causa impacto sobre a indústria de construção civil e, conseqüentemente, na demanda por máquinas para construção.

As projeções de investimentos em infraestrutura vêm crescendo de forma consistente, principalmente com o objetivo de sanar deficiências históricas de logística e transporte no território nacional, de ampliar a disponibilidade energética e de promover o desenvolvimento urbano no Brasil. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o mais emblemático dos programas de governo, dispõe de vertentes direcionadas a esses gargalos e conjuga recursos públicos com privados para a construção de uma nova infraestrutura.

Por fim, o aumento da renda, a ampliação do crédito e o crescimento do número de famílias, aliados a um déficit habitacional elevado, vêm promovendo um aquecimento do mercado imobiliário no Brasil.

Os próximos anos são promissores para o setor. Interessados no crescente mercado local, *players* importantes planejam, até mesmo, investimentos fabris no país, detalhados na próxima seção. De acordo com Nicholson (2012a), o mercado brasileiro de máquinas destinadas à construção civil, à infraestrutura e a outros usos deve crescer aproximadamente 50% entre 2011 e 2016, com as vendas anuais subindo de 84 mil para cerca de 126 mil máquinas (ver Tabela 11).

Tabela 11 | Projeção das vendas de máquinas para construção por setor de destino (em mil unidades)

	2013	2014	2015	2016
Infraestrutura	44	47	51	55
Construção civil	38	41	44	47
Outros	19	21	22	24
Total	101	109	118	126

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Nicholson (2012a).

Outra perspectiva, realizada pela Abimaq e resumida na Tabela 12, prevê crescimento médio anual de 13,5% no faturamento do período 2011 a 2014 em relação ao período de 2006 a 2009.

Tabela 12 | Faturamento acumulado realizado e previsto (R\$ bilhões) – máquinas para logística e construção civil

	Faturamento acumulado 2006-2009 (A)	Faturamento acumulado 2011-2014 (B)	Crescimento acumulado (B/A) (%)	Crescimento médio anual (%)
Máquinas para logística e construção civil	20,3	33,7	66,0	13,5

Fonte: Abimaq (2011).

O dinamismo recente e as perspectivas positivas para o setor que se vislumbram para os próximos anos atraíram novos *players* para o país. Empresas já estabelecidas no Brasil também anunciaram a construção de novas fábricas, caso de CNH, John Deere³ e Terex. O conjunto dos investi-

³ A John Deere possui três plantas fabris no Brasil dedicadas à produção de máquinas agrícolas.

mentos mapeados soma cerca de US\$ 1,3 bilhão. O investimento de maior porte previsto (US\$ 308 milhões) é o da CNH, que construirá sua segunda fábrica de máquinas para construção no Brasil em Montes Claros (MG). A nova fábrica contará com área construída de 700 mil metros quadrados e capacidade de produção anual de até seis mil tratores, máquinas e equipamentos para construção. Cabe destacar que os investimentos mapeados de empresas chinesas serão de US\$ 528 milhões, 40% do total previsto. Os mais relevantes serão o da XCMG em Pouso Alegre (MG) e o da Sany em Jacareí (SP), ambos no valor de US\$ 200 milhões. Caso todos os investimentos mapeados, de fato, concretizem-se, os maiores fabricantes mundiais de máquinas para construção terão atividades fabris no país.

O Quadro 3 sintetiza os principais investimentos mapeados no setor em construção de capacidade por meio de novas plantas industriais no país.

Quadro 3 | Máquinas para construção – investimentos anunciados em novas fábricas

Empresa	Sede	Local	Investimento (US\$ milhões)*	Produtos fabricados
Bomag	França	Campinas (SP)	6	Rolos compactadores
CNH	Itália	Montes Claros (MG)	308	Tratores de esteira, retroescavadeiras, pás carregadeiras, motoniveladoras etc.
Doosan	Coreia do Sul	Americana (SP)	60	Escavadeiras e máquinas de menor porte
FLB (Foton Lovol Bramax)	China	Anápolis (GO)	92	n.d.
Hyundai Heavy Industries	Coreia do Sul	Itatiaia (RJ)	163	Escavadeiras, pás carregadeiras e retroescavadeiras
John Deere	EUA	Indaiatuba (SP)	180	Retroescavadeiras e pás carregadeiras
John Deere/Hitachi	EUA/Japão	Indaiatuba (SP)		Escavadeiras
Sany	China	Jacareí (SP)	200	Escavadeiras hidráulicas e guindastes

Continua

Continuação

Empresa	Sede	Local	Investimento (US\$ milhões)*	Produtos fabricados
Terex	EUA	Guaíba (RS)	77	Pavimentadoras de asfalto
XCMG	China	Pouso Alegre (MG)	200	Caminhões-guindaste, rolos compactadores, escavadeiras hidráulicas, pás carregadeiras e motoniveladoras
XCMG	China	Ipojuca (PE)	25	Retroescavadeiras, pás carregadeiras e escavadeiras
Zoomlion	China	Extrema (MG)	20	Máquinas para concreto

Fonte: Elaboração própria, com base em Alvarenga (2011), Bottrel (2012), Fernandes (2012a), Fernandes (2012b), Fernandes (2012c), FLB (2012), Hyundai (2011), Investe SP (2011; 2012), Redação AB/Agência Estado (2011), Redação M&T (2011), Vieira (2012), Terex (2012), Automotive Business (2012) e BNDES.

* Valores em reais foram convertidos para dólares utilizando o câmbio médio de 2012 de R\$/US\$ 1,94. Alguns investimentos anunciados contam com parcerias de empresas que atuam na distribuição de máquinas no Brasil.

Com a maturação da nova capacidade instalada, é esperado que a trajetória ascendente descrita recentemente pelas importações seja, pelo menos, suavizada e que o país amplie o volume exportado de máquinas.

Controle de emissões

Embora movidas principalmente a diesel, as máquinas rodoviárias, assim como as máquinas agrícolas, não estão sujeitas aos mesmos limites impostos aos ônibus e caminhões pelo Programa de Controle de Emissões Veiculares (Proconve) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Há um cronograma específico para essas máquinas, intitulado Proconve MAR-I, aprovado em 2011, cuja vigência se inicia em 2015. Seus parâmetros são semelhantes às fases III da norma norte-americana (EPA Tier III) e da europeia (Euro Stage IIIA). Aliado às reduções das emissões, também está previsto um limite de ruído, conforme a máquina [Revista M&T (2012)].

Estima-se que a maior parte dos motores comercializados no país já atenda a esses limites, muitos, até, com boa margem, levando em consideração que alguns tipos de máquinas são exportados para países com regulamentação mais avançada. Os EUA, por exemplo, lançaram a fase IV

em janeiro de 2011, que incorpora as tecnologias utilizadas para atendimento das restrições previstas para ônibus e caminhões (SCR e EGR)⁴ no Proconve P7. A Europa fará a transição para a fase IV ao longo de 2013.

A Tabela 13 mostra os limites previstos na nova regulamentação brasileira, bem como as datas. A título ilustrativo, uma retroescavadeira comumente comercializada no Brasil tem potência entre 50 kW e 90 kW, enquanto escavadeiras hidráulicas e motoniveladores podem ter modelos com potência próxima de 400 kW. A potência é em função da capacidade de operação da máquina e do tipo de trabalho a que a máquina será submetida. Quanto maior o volume de terra transportado e mais duro o trabalho, em geral maior a potência necessária.

Tabela 13 | Limites de emissões e vigência do Proconve MAR-I

Potência (kW)	Monóxido de carbono (g/kWh)	Hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio (g/kWh)	Material particulado (g/kWh)	Vigência
130≤P≤560	3,5	4,0	0,2	A partir de: 1.1.2015 (novos lançamentos) e 1.1.2017 (todos produzidos ou importados)
75≤P<130	5,0	4,0	0,3	
37≤P<75	5,0	4,7	0,4	
19≤P<37	5,5	7,5	0,6	1.1.2017

Fonte: Resolução Conama 433, de 13 de julho de 2011.

Tecnologia híbrida e outras tendências

Ainda que a maior parte das máquinas para construção seja movida a diesel, assim como vem ocorrendo com o setor automotivo, diversas experiências de eletrificação dos veículos vêm sendo desenvolvidas nos últimos anos. Há lançamentos de máquinas com motorização híbrida elétrica, visando à redução das emissões de poluentes e melhoria de eficiência energética. Ainda que a redução de consumo varie conforme o tipo de máquina e de operação, há estudos apontando reduções de mais de 25% [Komatsu (2009)].

⁴ “A tecnologia Selective Catalytic Reduction (SCR), ou redução seletiva catalítica, consiste na filtragem dos componentes químicos emitidos pelo motor no catalisador do veículo. Para esse processo, é necessária a adição do Arla 32, composto de 32,5% de ureia diluída em água desmineralizada no sistema de exaustão do veículo. (...) No sistema Exhaust Gas Recirculation (EGR), ou recirculação dos gases de escape, há uma recirculação forçada dos gases de exaustão do catalisador do veículo” [Pedro, Castro e Costa (2012, p. 386-387)].

Segundo Revista M&T (2011), “praticamente todos os principais fabricantes globais de motores e de equipamentos têm projetos nessa área [de veículos híbridos], em diferentes estágios de implantação”.

A Komatsu lançou uma escavadeira hidráulica cujo motor hidráulico utilizado para girá-la foi substituído por um elétrico, aproveitando também a energia gerada na frenagem durante essa rotação. O equipamento usa capacitores para o armazenamento de energia em vez de baterias. Essa escavadeira já é comercializada na América do Norte, Europa e Japão [Híbridos (2011); Broyles (2011)]. A CNH lançou uma escavadeira hidráulica com motorização híbrida elétrica no Japão, semelhante à da Komatsu, e a Hitachi (2012) desenvolveu uma pá carregadeira híbrida. A Kobelco também conta com modelos lançados no Japão, porém utilizando baterias de níquel em vez de capacitores. A Volvo lançou uma pá carregadeira sobre rodas híbrida, com sistema em paralelo, semelhante aos utilizados nos ônibus da companhia [Volvo (2008)]. Por fim, a Caterpillar lançou uma escavadeira híbrida-hidráulica [Caterpillar (2012a)], além de um trator de esteiras diesel-elétrico [Caterpillar (2012b)]. No Brasil, no entanto, ainda não há disponibilidade de equipamentos com tais tecnologias.

Entende-se que a motorização híbrida deve ganhar força nos próximos anos, com a introdução de novos modelos, tendo em vista que o consumo de combustível é bastante elevado nas máquinas para construção, o que configura uma oportunidade interessante para a difusão de tecnologias para aumento da eficiência energética.

Outras tendências tecnológicas também têm surgido, principalmente com foco no aumento da produtividade. Algumas máquinas já dispõem de equipamentos GPS instalados, bem como de controles eletrônicos, o que permite o monitoramento da atividade das máquinas a distância e o controle de falhas.

Atuação do BNDES

BNDES Finame

Os financiamentos do BNDES por intermédio do produto BNDES Finame são extremamente relevantes para a comercialização dos produtos do setor. Os desembolsos do Banco cresceram de forma significativa nos últimos anos. Na Tabela 14, é possível verificar que em 2004, os desembol-

sos somaram cerca de R\$ 193,5 milhões. Em 2011, ultrapassaram a cifra de R\$ 2 bilhões, montante 10,7 vezes maior.

As retroescavadeiras (incluindo pás carregadeiras), motoniveladoras, tratores de esteira e guindastes são os itens mais expressivos nos desembolsos do BNDES ao setor. No ano de 2011, as retroescavadeiras foram o principal item, correspondendo a 33% do total desembolsado, seguido pelas motoniveladoras, tratores de esteira e guindastes, com participação de 30%, 14% e 11%, respectivamente. Embora apresentem participação absoluta pequena, os desembolsos do BNDES para a comercialização de rolos compactadores e compressores portáteis foram os que experimentaram maior evolução entre os anos de 2004 e 2011, seguidos por retroescavadeiras e motoniveladoras, com crescimento de 1.767% e 1.329%, respectivamente.

Tabela 14 | Desembolsos do BNDES para a comercialização de máquinas para construção (em R\$ mil)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012 ¹
Caminhões fora de estrada	5.752	7.655	8.131	18.618	36.475	13.396	32.243	21.281	25.913
Compressores portáteis	2.281	1.781	4.710	13.300	21.184	17.471	57.884	32.587	26.052
Gruas	1.837	680	1.449	3.680	5.843	4.153	3.416	7.664	5.564
Guindastes	21.743	25.813	40.536	72.840	107.385	107.364	202.476	218.278	161.847
Motoniveladoras	47.999	125.194	187.066	278.077	280.041	312.032	814.947	624.189	304.328
Plataforma aérea	0	0	0	5	0	6	16	6	0
Retroescavadeiras ²	47.230	93.286	121.209	205.341	287.645	294.506	690.148	688.786	498.122
Rolos compactadores	2.147	5.689	18.804	25.276	33.735	23.139	77.478	40.084	15.781
Tratores de esteira	50.287	53.170	32.066	89.534	112.264	112.258	244.548	283.922	135.767
Tratores de roda	14.243	13.078	21.531	40.843	30.471	16.263	47.501	160.269	108.748
Total	193.519	326.346	435.502	747.514	915.043	900.588	2.170.657	2.077.066	1.282.122

Fonte: BNDES.

¹ Até outubro.

² Incluídas pás carregadeiras.

A participação do BNDES nas vendas do setor é bastante relevante e foi reforçada nos últimos anos. Considerando os itens mostrados na Tabela 15, tal participação subiu de 32% em 2004 para 42% em 2007, até bater o pico de 62% em 2010. As melhores condições financeiras praticadas pelo BNDES, a partir da crise financeira no âmbito do Programa de

Sustentação do Investimento (PSI), ajudam a explicar a recente ampliação das vendas realizadas com financiamento do Banco.

Em termos relativos, no período em análise, a participação do BNDES foi mais representativa nas vendas de motoniveladoras. Cerca de 90% das motoniveladoras comercializadas no país, em 2010 e 2011, contaram com apoio do Banco. No tocante aos produtos caminhões fora de estrada e tratores de esteira, a participação do BNDES vem crescendo de forma substancial, atingindo 80% e 73%, respectivamente, em 2010. Conforme visto, embora os desembolsos para retroescavadeiras sejam expressivos em termos absolutos em razão da dimensão desse mercado, a participação do BNDES pode crescer ainda mais nesse produto. Afinal, é o produto que tem o maior mercado doméstico, e há grande número de fabricantes locais cadastrados na Finame.

Tabela 15 | Participação do BNDES nas vendas do setor – itens selecionados – unidades financiadas/unidades comercializadas (em %)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Caminhões fora de estrada	57	18	36	49	67	62	80	64
Motoniveladoras	43	61	60	59	53	100	92	87
Retroescavadeiras*	13	21	22	22	23	32	44	40
Rolos compactadores	6	15	22	31	13	10	18	9
Tratores de esteira	36	39	22	36	37	43	73	59
Média do setor (itens selecionados)	32	43	40	42	36	53	62	55

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de BNDES e Abimaq.

*Incluídas pás carregadeiras.

BNDES Exim

O produto BNDES Exim foi criado, em 1995, a fim de estimular as exportações de bens e serviços dos mais diversos setores produtivos do país. O BNDES Exim pode financiar a produção de bens e serviços destinados à exportação por meio do Exim Pré-Embarque ou apoiar a comercialização de bens e serviços nacionais no exterior por meio de refinanciamento ao exportador ou financiamento direto ao importador por meio do Exim Pós-Embarque.

Os desembolsos do BNDES Exim para as empresas do setor de máquinas para construção cresceram significativamente no período de 2003 a 2008. Considerando ambos os produtos (Pré-Embarque e Pós-Embarque), os financiamentos para a exportação subiram de cerca de US\$ 30,7 milhões, em 2003, para

mais de US\$ 500 milhões, em 2008. Nesse período, a expansão dos desembolsos foi favorecida pelo dinamismo da economia mundial e pelo câmbio mais competitivo. No ano de 2009, com a eclosão da crise financeira internacional, as exportações foram muito abaladas, incluindo as de máquinas para construção. Os desembolsos do BNDES Exim também sofreram impacto em 2009 e, a despeito da recuperação das exportações do setor, os desembolsos recuaram ainda mais nos anos seguintes. Isso pode ser explicado, em parte, pelo fato de que vários países em crise adotaram políticas anticíclicas oferecendo crédito em condições de financiamento bastante competitivas, reduzindo, portanto, a atratividade do BNDES Exim. Recuperar a atratividade do BNDES Exim será fundamental para retomar a trajetória ascendente dos financiamentos à exportação para o setor. Cabe ressaltar, todavia, que, no contexto atual, o diferencial de juros praticados no Brasil *vis-à-vis* o resto do mundo está bastante alto, o que torna custoso recuperar a atratividade do BNDES Exim no curto prazo.

No período de 2003 a 2012, cerca de US\$ 2,35 bilhões de dólares foram desembolsados por meio do BNDES Exim para as empresas do setor de máquinas para construção, conforme expõe a Tabela 16. Desse total, quase a totalidade (99,2%) foi realizada por meio do Exim Pré-Embarque.

Tabela 16 | Desembolsos do BNDES Exim para as empresas do setor de máquinas para construção (em US\$ mil)

Ano	Produto		Total
	Exim Pré-Embarque	Exim Pós-Embarque	
2003	30.000	650	30.650
2004	55.008	1.209	56.217
2005	250.900	122	251.022
2006	294.350	0	294.350
2007	348.754	173	348.926
2008	492.011	10.801	502.811
2009	414.659	0	414.659
2010	159.381	4.193	163.573
2011	147.620	1.280	148.900
2012*	136.030	0	136.030
Total	2.328.712	18.428	2.347.140

Fonte: BNDES.

Nota: Os dados de desembolsos disponibilizados pelo BNDES são por beneficiário e não especificam a destinação dos recursos por produto. Alguns beneficiários relacionados atuam em outros setores, além de máquinas para construção; por exemplo, máquinas agrícolas. Desse modo, é possível que parte dos desembolsos tenha sido usada para financiar a exportação desses setores.

* Até 25 de novembro.

Financiamentos à implantação de capacidade produtiva

O BNDES vem auxiliando as empresas do setor a levarem adiante seus planos de investimento. Recentemente foram contratadas operações com as empresas Manitowoc e Hyundai Heavy Industries. Em março de 2011, a Manitowoc inaugurou uma fábrica para produção de guindastes no município de Passo Fundo (RS). Sessenta e cinco milhões de reais foram financiados com recursos do Sistema BNDES. A Hyundai Heavy Industries está construindo uma fábrica em Itatiaia (RJ) para produção de retroescavadeiras, escavadeiras e pás carregadeiras. A fábrica entrará em operação, em 2013, e a produção dessas máquinas será ampliada de forma progressiva nos próximos anos. O BNDES financiará parte do projeto com aproximadamente R\$ 110 milhões.

Perspectivas futuras de atuação do BNDES

A atuação do BNDES deverá ser proativa e dinâmica, ampliando e aprimorando sua atuação nos mecanismos de crédito tradicionais, mas fundamentalmente buscando se adaptar às novas demandas do setor que surgirão nos próximos anos.

Conforme já explicitado, o produto BNDES Finame é fundamental para a comercialização de máquinas para construção no Brasil. O credenciamento dos produtos na Finame representa um grande diferencial de competitividade, já que a possibilidade de financiamento do produto em condições favoráveis é decisiva no momento da compra das máquinas pelas construtoras, locadoras etc. Ademais, como o critério de credenciamento envolve o alcance de índice de nacionalização de 60% em peso e valor, traz consigo benefícios como o adensamento da cadeia produtiva desde as matérias-primas até os componentes mais sofisticados. Ampliar o alcance da Finame em produtos como pás carregadeiras e rolos compactadores, nos quais a taxa de participação do Banco é relativamente pequena, geraria, portanto, retorno bastante positivo.

O robusto ciclo de investimentos planejados para os próximos anos pode resultar em operações com empresas com que o BNDES ainda não tem histórico de financiamento direto. O fomento a novas operações deve estar entre as prioridades, já que há muitas *newcomers* com planos de investimento no país.

O BNDES também deve fortalecer seu apoio à inovação e à engenharia do setor. Embora não haja levantamentos específicos sobre o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no Brasil no setor de máquinas

para construção, a categoria em que esse setor se insere, de fabricação de máquinas e equipamentos, investe cerca de 1,0% do faturamento,⁵ segundo IBGE (2010). A empresa-líder mundial investe algo em torno de 3,8%, enquanto a vice-líder investe 2,2%.

Há desafios relevantes nessa indústria, especialmente em máquinas mais sofisticadas, como as que utilizam braços hidráulicos e que contam com maior volume de importação. A busca global pela eficiência energética também afetará o setor e exigirá aprimoramentos na parte de motorização e utilização de materiais mais leves e sustentáveis, passando até mesmo pela concepção e reestilização das máquinas. O Banco pode, portanto, ser parceiro da indústria nesse processo por meio tanto da linha BNDES Inovação quanto do programa BNDES Proengenharia. Vale ressaltar que o Proengenharia, ao financiar o capital intangível das empresas, pode ser considerado um marco na atuação do Banco. O programa é um diferencial competitivo para os fabricantes instalados no país, pois fortalece as subsidiárias nacionais das empresas (em sua quase totalidade, multinacionais) nas disputas *intercompany* para a concepção e a realização física de projetos, o que, por seu turno, traz uma série de desdobramentos positivos, como a atualização tecnológica dos produtos, o desenvolvimento de fornecedores etc.

A agenda externa deve contemplar a recuperação da atratividade do BNDES Exim, conforme já mencionado. A concorrência com outros instrumentos de crédito internacionais, na atual conjuntura de crise externa, reduziu expressivamente os desembolsos do Exim no período de 2010 a 2012, mesmo com a recuperação das exportações do setor depois do vale experienciado no ano de 2009. No tocante às importações, é esperada uma redução nas taxas de crescimento à medida que os novos projetos de implantação de capacidade forem se concretizando.

A presença de empresas de capital nacional é tímida no setor, com presença apenas da Randon e de alguns fornecedores de peças. Com os grandes investimentos projetados nas áreas de infraestrutura, principalmente em transporte e logística, e o crescimento da construção civil, o mercado de máquinas para construção deve se manter em expansão, tornando possível o ingresso de novos *players* de capital local no setor. Empresas que já atuam nas áreas de metal-mecânica são candidatas mais prováveis. Fabricantes de máquinas e implementos agrícolas, por exemplo, podem construir um

⁵ Exclui a aquisição de máquinas e equipamentos.

novo ramo de negócio, reduzindo eventual sazonalidade das vendas para o agronegócio. Há alguns casos de multinacionais atuando em ambos os segmentos (agrícola e para construção), o que pode servir de inspiração para fabricantes nacionais. O BNDES pode auxiliar na identificação de potenciais entrantes e financiar os bons projetos das empresas que, julgando oportuno, decidam ingressar no setor.

Conclusão

A indústria de máquinas para construção tem uma presença relevante no Brasil, com faturamento estimado em R\$ 8 bilhões. É a principal categoria de máquinas e equipamentos exportada pelo Brasil, segundo Abimaq (2011), respondendo por 23,2% das exportações da indústria de bens de capital mecânicos.

A relativa padronização das máquinas e os ganhos de escala levam à criação de plataformas de exportação, com a consequente especialização da produção e concentração em alguns países. Nos últimos anos, as exportações vêm crescendo, culminando em uma concentração de quase 80% nos dez principais países.

As importações, por outro lado, são mais pulverizadas, porém com uma tendência de concentração em países emergentes que demandam mais investimentos em infraestrutura. É o caso da China, por exemplo, que tem o maior mercado interno do planeta. As empresas chinesas vêm se aproveitando disso para fortalecer suas estruturas produtivas, passando a mirar em outros países. Boa parte dos investimentos previstos para o Brasil é de empresas chinesas.

O Brasil dispõe de uma especialização em retroescavadeiras e motoniveladoras, embora o mercado de equipamentos para logística, como guindastes e plataformas aéreas, esteja em rápido crescimento. O país é exportador líquido de máquinas para construção, cujos principais destinos são os países americanos, tanto para o Mercosul e o restante da América Latina, quanto para os Estados Unidos e o Canadá. As importações vêm prioritariamente da China e da Europa.

Em geral, as máquinas produzidas no Brasil são desenvolvidas no exterior, visto que as principais empresas não dispõem de centros de engenharia no país. Como o setor é composto essencialmente por multinacionais, a maior parte do P&D é realizada nas matrizes, o que é possível graças à

relativa padronização dos produtos e a competências técnicas mais disseminadas nos países de origem. Isso se torna um importante desafio, visto que uma real liderança brasileira, mesmo nas máquinas produzidas para exportação, depende de esforços locais de engenharia de novos produtos. No entanto, ainda que com atrasos na área de engenharia, os principais desenvolvimentos no setor estão concentrados em sistemas de posicionamento e automatização das máquinas, que podem constituir novos mercados para empresas com o processo de P&D realizado no segmento de máquinas e implementos agrícolas.

Essa aproximação entre o setor de máquinas para construção e de máquinas agrícolas já ocorre em algumas multinacionais e podem constituir um mercado alternativo para as empresas nacionais.

O BNDES vem atuando de forma relevante no financiamento das máquinas comercializadas no país, bem como na implantação de novas fábricas. O BNDES Finame figura como importante diferencial para a venda interna de máquinas, o que vem colaborando para uma série de anúncios de investimentos para os próximos anos.

Ainda que o curto prazo tenda a priorizar os aportes em capacidade produtiva, a fim de atender ao aquecimento da demanda advinda dos investimentos em infraestrutura no Brasil, espera-se que as condições favoráveis de financiamento, bem como as projeções de longo prazo para a economia brasileira, sirvam como incentivo para a constituição de centros de referência em P&D e engenharia.

Referências

A VEZ das máquinas de construção. *Revista M&T*, 160, 30 ago. 2012. Disponível em: <http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com_contenido&task=viewMateria&id=1142>. Acesso em: 11 dez. 2012.

AB VOLVO. *The Volvo Group Annual Report 2011*. Göteborg, fev. 2012.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. *Indústria Brasileira de Bens de Capital Mecânicos: Indicadores Conjunturais*. São Paulo, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/Arquivos/Download/Upload/495.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

ABRAMAT-FGV – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO-FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. *Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos: 2011*. São Paulo: Abrammat, 2011.

_____. *Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos: 2012*. São Paulo: Abrammat, 2012.

ALEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS LOCADORAS DE BENS MÓVEIS. Mercado de locação no Brasil e os riscos de desindustrialização. In: Congresso Sobratema, São Paulo, 30 mai. 2012.

ALVARENGA, D. Gigante asiática inicia formação de ‘pequena China’ no Vale do Paraíba. *G1*, 23 fev. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2011/02/gigante-asiatica-inicia-formacao-de-pequena-china-no-vale-do-paraiba.html>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. *Anuário da indústria automobilística brasileira*. São Paulo: 2012.

BARBOSA, N.; SOUZA, J. A. P. A inflexão do governo Lula: política econômica, crescimento e distribuição de renda. In: SADER, E.; GARCIA, M. A. (Orgs.). *Brasil, entre o passado e o futuro*. São Paulo: Boitempo, 2010.

BOTTREL, F. Fiat terá fábrica em Montes Claros. *Estado de Minas*, 1º mar. 2012. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2012/03/01/internas_economia,280794/fiat-tera-fabrica-em-montes-claros.shtml>. Acesso em: 11 dez. 2012.

BRIC deve liderar mercado de máquinas de construção em 2015. *Automotive Business*, 11 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/12773/bric-deve-liderar-mercado-de-maquinas-de-construcao-em-2015>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

BROYLES, L. Emergence of hybrid construction equipment. *Construction Digital*, 11 mai. 2011. Disponível em: <<http://www.constructiondigital.com/innovations/emergence-of-hybrid-construction-equipment>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

CATERPILLAR. Caterpillar Unveils First Hybrid Excavator. *Caterpillar press release*, 16 out. 2012a. Disponível em: <<http://www.cat.com/cda/files/4212114/7/Cat%20336E%20Hydraulic%20Hybrid%20Press%20Release.doc>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

_____. *Cat D7E*, 2012b. Disponível em: <<http://www.cat.com/D7E>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA 433*, de 13 de julho de 2011.

DECONCIC/FIESP – DEPARTAMENTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO/FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Proposta de política industrial para a construção civil: edificações*. Caderno 1, out. 2008.

FERNANDES, A. BMC avança na fabricação em parceria com a Zoomlion. *Valor*, 13 jun. 2012a. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/2711232/bmc-avanca-na-fabricacao-em-parceria-com-zoomlion>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

_____. Francesa Bomag está prestes a se instalar no país. *Valor*, 4 jun. 2012b. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/2690008/francesa-bomag-esta-prestes-se-instalar-no-pais>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

_____. John Deere define distribuidoras de máquinas para construção no Brasil. *Valor*, 27 nov. 2012c. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/2919122/john-deere-define-distribuidoras-de-maquinas-para-construcao-no-brasil>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

FLB – FOTON LOVOL BRAMAX. *Institucional*. Disponível em: <<http://www.flb.com.br/institucional/>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

HITACHI. *Development of a hybrid large wheel loader*. Disponível em: <<http://www.hitachi-c-m.com/global/company/csr/environment/research/loader.html>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

HYUNDAI lança pedra fundamental de nova fábrica no Sul Fluminense. *O Globo*, 7 out. 2011. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/hyundai-lanca-pedra-fundamental-de-nova-fabrica-no-sul-fluminense-2743356>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

HÍBRIDOS saem da prancheta e ganham o mercado. *Revista M&T*, 144, 25 abr. 2011. Disponível em: <http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com_contenido&task=viewMateria&id=616>. Acesso em: 11 dez. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Inovação Tecnológica: 2008*. Rio de Janeiro, 2010.

INVESTE SP. Americana receberá nova fábrica de R\$ 36 milhões. Portal da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia. *Notícias*, 27 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/noticias/?ID=1839>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

_____. Com apoio da Investe SP, JCB inaugura fábrica em Sorocaba para reforçar expansão da empresa. *Últimas notícias*, 27 set. 2012. Disponível em: <<http://www.investe.sp.gov.br/noticias/lenoticia.php?id=17101#2>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

JOHN Deere terá 2 fábricas em Indaiatuba, SP. *Automotive Business*, 3 out. 2011. Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/11850/john-deere-tera-2-fabricas-em-indaiatuba-sp>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

KOMATSU. *Hybrid PC200LC-8 Introductory*. Komatsu America, 2009. Disponível em: <http://www.komatsuamerica.com/PDFs/Hybrid_Exacavator.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2012.

LE GRAND, R. *Forum Zmieniamy Polski Przemysł*. Varsóvia, 10 fev. 2012.

NICHOLSON, B. Estudo Sobratema do mercado brasileiro de equipamentos para construção. In: Congresso Sobratema, São Paulo, jun. 2012a.

_____. Pesquisa da frota brasileira em atividade. In: CONGRESSO SOBRATEMA, São Paulo, jun. 2012b.

OFF-HIGHWAY RESEARCH. *Chinese construction equipment markets: a review of 2009 and a forecast to 2014*. Abr. 2010a. Disponível em: <<http://www.offhighway.co.uk/samples/Chinese%20Annual%20Review%20-%20Issue%2094%20-%20April%202010.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

_____. *European construction equipment markets: a review of 2009 and a forecast to 2014*. Abr. 2010b. Disponível em: <<http://www.offhighway.co.uk/samples/European%20Annual%20Review%20-%20April%202010.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

_____. *Indian construction equipment markets: a review of 2009 and a forecast to 2014*. Abr. 2010c. Disponível em: <<http://www.offhighway.co.uk/samples/India%20-%20Annual%20Review%20-%20Issue%2028%20-%20April%202010.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

PEDRO, L. S.; CASTRO, B. H. R.; COSTA, R. A. A recente regulamentação do setor automotivo brasileiro e as possibilidades de atuação do BNDES. *BNDES Setorial*, n. 36, p. 367-396. Rio de Janeiro, BNDES, dez. 2012.

REVICH, J. *et al.* Global construction machinery essentials: key themes and top stock picks. *Goldman Sachs*, 15 jun. 2012. Disponível em: <http://pg.jrj.com.cn/acc/Res/CN_RES/INDUS/2012/6/15/ee461e41-081b-4c41-bc1b-baa35d69de76.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2012.

RIGON, G. Dealing with growth: key issues facing the crane rental market in Brazil. In: INTERNATIONAL CRANES AND TRANSPORT LATIN AMERICA CONFERENCE. São Paulo, 28 mai. 2012. Disponível em: <<http://bit.ly/Nj0Ctu>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

ROBERTS, D. China's export machine goes high-end. *Bloomberg Businessweek: Global Economics*, 5 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.businessweek.com/articles/2012-04-05/chinas-export-machine-goes-high-end>>. Acesso em: 3 jan. 2012.

SANY. Sany Heavy Industry Has Placed Sixth on International Construction's 2012 Yellow Table. *Press Release*, 10 mai. 2012. Disponível em: <http://www.sanygroup.com/group/en-us/media/31951_for_news_text.htm>. Acesso em: 15 jan. 2013.

SECEX/MDIC – SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR/MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Balança comercial brasileira: dados consolidados*. Brasília, 2012.

SLEIGHT, C. (Ed.). News Report. *International Construction*, v. 50, n. 3, abr. 2011.

VERMULM, R.; ERBER, F. *Estudo da competitividade das cadeias integradas do Brasil: impacto das zonas de livre comércio. Cadeia: bens de capital*. Nota técnica final. Campinas: Unicamp, MDIC, MCT, Finep, dez. 2002.

VIDOTTI, L. A. Estratégias de planejamento da XCMG na América Latina. In: INTERNATIONAL CRANES AND TRANSPORT LATIN AMERICA CONFERENCE. São Paulo, 28 mai. 2012. Disponível em: <<http://bit.ly/O2Q3OM>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

VIEIRA, M. Fiat e Governo acertam mão de obra para fábrica de trator em Montes Claros. *Estado de Minas*, 6 mar. 2012. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2012/03/06/internas_economia,281683/ fiat-e-governo-acertam-mao-de-obra-para-fabrica-de-trator-em-montes-claros.shtml>. Acesso em: 11 dez. 2012.

VOLVO. *Volvo Wheel loader L220F hybrid*. 2008. Disponível em: <http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/wheel%20loaders/brochureHybridloader_21A1004471_2008-02.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2012.

XCMG investe US\$ 200 milhões em fábrica no Brasil. *Revista M&T*, 18 mai. 2011. Disponível em: <http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com_content&task=viewNoticia&id=1138>. Acesso em: 11 dez. 2012.

Sites consultados

CATERPILLAR – <www.caterpillar.com>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – <www.ibge.gov.br>.

KOMATSU – <www.komatsu.com>.

ALICEWEB – SISTEMA DE ANÁLISE DE INFORMAÇÕES DE COMÉRCIO EXTERIOR – <aliceweb2.mdic.gov.br>.

UN/COMTRADE – <comtrade.un.org>.

VOLVO CE – <www.volvoce.com>.

O financiamento a arrendadores de aeronaves – modelo do negócio e introdução à análise de risco do *leasing* aeronáutico

Sérgio Bittencourt Varella Gomes
Paulus Vinicius da Rocha Fonseca
Vanessa de Sá Queiroz*

Resumo

Pouco mais de um terço da frota mundial de aeronaves comerciais opera hoje, nas empresas aéreas, sob o regime de *leasing* operacional. Como a maioria das companhias aéreas passou a fazer *leasing* para toda a sua frota ou parte dela, as *aircraft leasing companies* (ALC)¹ se tornaram importantes atores (*players*) do setor, demandando financiamento para a aquisição de aeronaves. Representam, assim, oportunidade de negócio não apenas para os fabricantes de aeronaves, mas também para bancos, mercados de capitais e agências de crédito à exportação, como é o caso do BNDES Exim. Esse tipo de negócio traz vantagens não apenas para as empresas aéreas, que passam a dispor de aeronaves sem ter de necessariamente comprá-las, mas também para agentes financeiros, uma vez que as ALC podem mitigar os riscos de crédito normalmente associados às empresas do setor aéreo.

* Respectivamente, gerente do Departamento de Comércio Exterior 1 (DECEX 1) da Área de Comércio Exterior (AEX) e engenheiro aeronáutico (ITA), Ph.D. em Dinâmica de Voo (Cranfield, Inglaterra); contador do DECEX 1/AEX e graduado em Ciências Contábeis (UnB) com MBA em Controladoria e Finanças (Ucam); administradora do DECEX1/AEX e graduada em administração (PUC-RJ), advogada (Ucam), mestre em gestão empresarial (FGV-RJ/Ebape).

¹ Não confundir com Air Lease Corporation.

Introdução

Hoje, cerca de 35% das aeronaves do mundo são de propriedade de ALC, e a tendência é que esse número aumente. O mercado de *leasing* de aeronaves cresceu tanto nas últimas décadas, que chegou a se tornar significativo para fabricantes, bancos, mercado de capitais e até mesmo para as agências de crédito à exportação (US Ex-Im Bank, BNDES Exim, COFACE etc.), que vêm sendo demandadas a financiar cada vez mais aeronaves para as ALC. Sendo assim, parece inevitável que o BNDES Exim venha a ter cada vez mais esse tipo de empresa como beneficiária de seus créditos, sobretudo porque os E-Jets da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer) parecem ser uma boa opção para que as ALC diversifiquem seu portfólio, baseado, até recentemente, apenas em aeronaves Boeing e Airbus.

O presente artigo procura, pelo notável crescimento do setor, caracterizá-lo, apresentando um breve histórico do negócio de *leasing* operacional, as vantagens e desvantagens trazidas por sua utilização para as empresas aéreas e os fundamentos do modelo de negócios das ALC. Além disso, destaca os aspectos fundamentais a serem considerados em operações de financiamentos às ALC e indicadores para a análise de operações e a avaliação do risco de crédito de ALC.

Evolução histórica recente

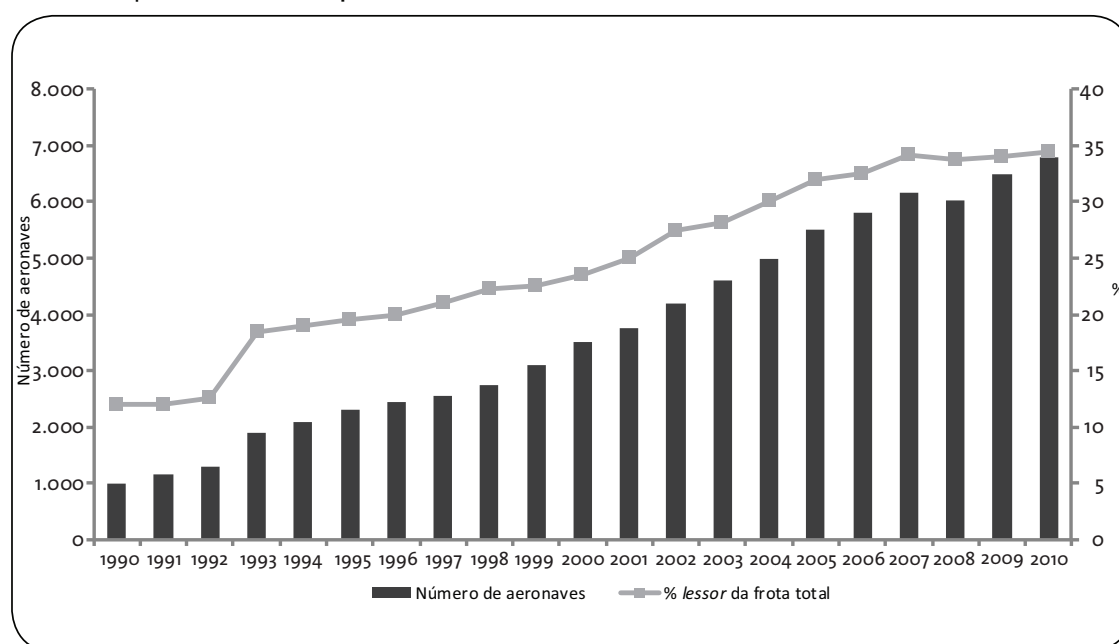
Como um novo tipo de negócio, o *leasing* operacional de aeronaves para o transporte aéreo comercial surgiu nos Estados Unidos da América (EUA), em 1973, com a fundação da International Lease Finance Corp. (ILFC), por Steven Udvar-Hazy. A isso, seguiu-se, em 1975, a criação da Guinness Peat Aviation (GPA), na República da Irlanda, pelo executivo de aviação irlandês Tony Ryan – o qual, na década seguinte, criou a empresa aérea de baixos custos/baixas tarifas Ryanair, hoje um verdadeiro paradigma do setor.

O rápido crescimento do *leasing* operacional como novo ramo de negócios ocorreu, assim, durante as décadas de 1980 e 1990. A participação global de aeronaves comerciais cuja propriedade ou administração fosse de um arrendador (*operating lessor*), que girava em torno de 4% na década de 1980, saltou para quase 18% na década de 1990. Esse crescimento deveu-se ao fato de que uma parcela maior das companhias aéreas passou

a fazer *leasing* para toda ou parte de sua frota: o percentual passou de 59% em 1986 para 85% em 1999.

Atualmente, cerca de 35% das aeronaves do mundo são de propriedade de ALC, e esse número tende a aumentar. O Gráfico 1 ilustra o contínuo crescimento do percentual de aeronaves da frota mundial que estão no mercado sob o controle de ALC.

Gráfico 1 | Aeronaves no portfólio de ALC



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Ascend, Avitas Company, Wings e Deutsche Bank estimates.

Esse crescimento contínuo do setor de *leasing* provoca um debate recorrente no mercado sobre a melhor estratégia a ser perseguida pelas ALC. Alguns afirmam, com base em observações empíricas, que as ALC só têm um caminho: crescer até um ponto em que seus portfólios de aeronaves serão “quebrados” em empresas menores, que, por sua vez, crescerão indefinidamente [Vermeulen (2012)]. Já outros reconhecem que há, na verdade, dois caminhos: este, do crescimento (balizado, naturalmente, pela lucratividade), e o de simples consolidação de valor (e da lucratividade) para o acionista, o que em geral significa crescimento moderado, porém com renovação perene da frota de aeronaves. No entanto, mesmo no segundo caso, a preferência dos analistas de mercado pelo crescimento é clara [Morgan Stanley (2012)].

Embora não pareça haver ainda um veredicto definitivo, o fato é que o mercado de *leasing* de aeronaves já atingiu uma escala em que passou a ser significativo não apenas para os fabricantes de aeronaves – que dispõem assim de um canal a mais para escoar sua produção –, mas também para os bancos e o mercado de capitais. Algumas das ALC de grande porte realizaram, nos últimos anos, como parte de suas estratégias corporativas, lançamento de ações em bolsas de valores (IPO), que despertaram interesse considerável de investidores, em geral, e de bancos de investimento (Morgan Stanley, J.P. Morgan, Deutsche Bank etc.), em particular. Além disso, as agências de crédito à exportação (US Ex-Im Bank, BNDES Exim, COFACE etc.) vêm sendo demandadas a financiar cada vez mais aeronaves para as ALC e, nos anos recentes, houve a adição de quantidades substanciais de jatos regionais – a família de E-Jets da Embraer e os CRJs da Bombardier – em seus portfólios [Airfinance Journal (2012)].

Vantagens e desvantagens do *leasing* operacional para as empresas aéreas

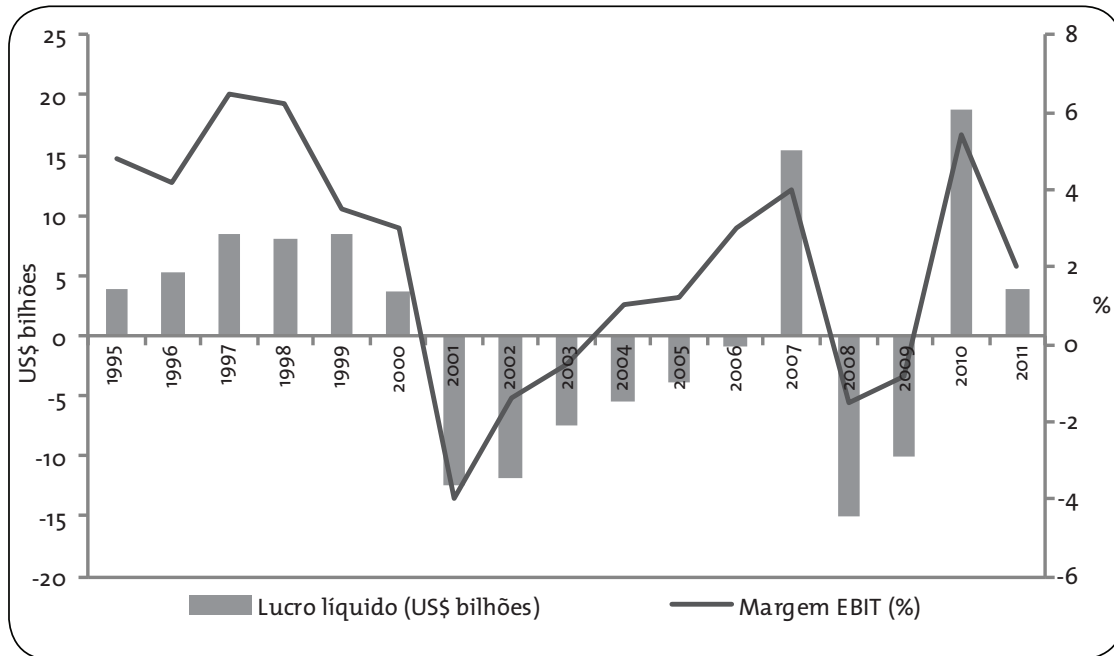
As vantagens do *leasing* operacional para as companhias aéreas remetem a algumas particularidades do setor. Conforme o registro histórico, empresas de transporte aéreo, em geral, trabalham com margens de lucro extremamente baixas. Para um setor que acumula, hoje, vendas globais da ordem de US\$ 480 bilhões a US\$ 600 bilhões a.a., o resultado líquido situa-se em valores, em geral, diminutos de lucro ou prejuízo, ou seja, oscila em torno de zero. O Gráfico 2 mostra essa particularidade bastante distinta do setor.

Além disso, o negócio do transporte aéreo requer uma alta mobilização de capital, representado pela frota de aeronaves a serviço da transportadora. Nesse sentido, são consideráveis os custos fixos e os esforços de captação de recursos (*funding*) para se pôr uma aeronave em operação, cujos desdobramentos são diretos sobre os resultados do setor. A intensa utilização diária do ativo (menor tempo em solo das aeronaves – *reduced block time*) e a excelência na gestão operacional são os principais objetivos que vêm sendo buscados pelas companhias aéreas.

Já pelo lado financeiro, o monitoramento do fluxo de caixa está entre as principais variáveis de análise no que tange a qualquer empresa aérea. Nesse contexto, a seleção/aquisição de aeronaves constitui peça fundamental para a gestão dos custos e, conseqüentemente, para o fluxo de caixa a ser gerado

pela empresa. A gestão desses ativos (*asset management*) vem desempenhando o papel fundamental na cadeia de valor do mercado de transporte aéreo.

Gráfico 2 | Lucro líquido e margem EBIT consolidados para todo o setor de empresas aéreas do mundo



Fontes: IATA e Deutsche Bank estimates.

Ao optar pela aquisição direta de uma aeronave, por exemplo, a companhia terá pela frente uma série de custos (*ownership costs*) e incertezas a considerar. Entre os principais, estão:

- estruturação e remuneração do *funding* da parte financiada – emissão de ações, debêntures, *notes*, empréstimo bancário, entre outros;
- programação dos desembolsos durante o período de construção da aeronave (*pre-delivery payments* – PDP) ou levantamento de outro financiamento para essas saídas de caixa;
- incertezas sobre o valor residual da aeronave; e
- compatibilidade da aeronave ao padrão operacional consolidado da empresa.

Todos esses fatores e encargos podem afetar negativamente o fluxo de caixa da empresa aérea e deixá-lo mais vulnerável às flutuações do mercado. Nesse contexto, o *leasing* de aeronaves surgiu como importante fonte de capital, possibilitando à companhia aérea centrar esforços em sua atividade-

-fim e incorrer em despesas mais previsíveis e mais reduzidas em alguns casos (os pagamentos do aluguel).

Ademais, o *leasing* proporciona mais flexibilidade para a substituição e a incorporação de aeronaves mais modernas e adequadas à frota, em prazos mais curtos e flexíveis quando comparados aos requeridos em compra direta com os fabricantes dessas mesmas aeronaves. Com o fim do contrato de *leasing*, a companhia renova ou apenas devolve a aeronave ao arrendador (ALC), sem incorrer nas responsabilidades de longo prazo decorrentes de uma aquisição.

Entre outras vantagens do *leasing* operacional para a companhia aérea, podem-se citar:

- A possibilidade de eventual repasse para a companhia aérea – no valor do aluguel – dos descontos obtidos no preço de compra (em quantidade) das aeronaves pela ALC. Isso é especialmente interessante para pequenas empresas aéreas, que, em geral, não têm poder de barganha perante os fabricantes de aeronaves.
- A preservação do capital de giro e da capacidade de crédito da companhia aérea. No *leasing* não há investimento em ativo (CAPEX) envolvido (que pode chegar a 30% do valor da aeronave, antes mesmo de começar a operá-la), e sim, algo em torno de 3% a 5% de seu valor em função de depósitos/garantias exigidos pelos arrendadores.
- O *leasing* ser fonte de capital para empresas iniciantes, sem histórico de crédito ou resultados.
- As aeronaves arrendadas poderem operar como interinas enquanto a empresa não recebe as aeronaves definitivas encomendadas dos fabricantes para finalidades de substituição ou mesmo de expansão da frota atual. Isso se aplica especialmente ao quadro atual: apesar da crise, os fabricantes de Airbus e Boeing contabilizam carteiras de pedidos firmes recordes, que se estendem por mais de cinco anos. Assim, a única maneira de uma empresa aérea ter acesso rápido a aeronaves de última geração é por meio de arrendadores.
- A empresa poder lidar com flutuações significativas da demanda de tráfego, como as que ocorrem em eventos esportivos globais (e.g., Copa do Mundo), megashows ou exposições, expansões imprevistas nos mercados de atuação etc.

- O fato de, na situação atual de elevada incerteza nos mercados, decorrente dos desdobramentos da crise de 2008-2009, diversas empresas aéreas de grande porte (ex.: Air France) terem adotado uma política de ter parte significativa de sua frota arrendada (faixa de 25% a 40%), de forma que, a cada ano, um número importante de contratos de *leasing* esteja vencendo. Optando ou não pela renovação desses contratos, a empresa disporá, assim, de mecanismo preciso de ajuste à demanda então vislumbrada para o curto e o médio prazos, sem incorrer em penalidades contratuais.
- A empresa aérea poder, em caso de necessidade, “fazer dinheiro” por meio do mecanismo de *sale & lease back* (SLB), ou seja, a empresa vende a aeronave já comprada (ou em processo de amortização) para uma ALC e, ato contínuo, aluga-a de volta.
- O deslocamento do risco de obsolescência para o arrendador, assim como o do valor residual da aeronave arrendada.
- O fato de não necessitar de *expertise* na comercialização/recomercialização de aeronaves, quando sua utilização já não é mais proveitosa para a empresa aérea.
- A possibilidade de exclusão dos pagamentos do *leasing* do balanço patrimonial (contabilização apenas como despesas de arrendamento) da empresa aérea.
- A modalidade de *leasing* ser fonte supridora de aeronave no curto prazo e por períodos mais curtos (três a sete anos em alguns casos).

Entre as desvantagens possíveis do *leasing* operacional para a empresa aérea, verificam-se:

- Custo – se medido em relação a saídas de caixa – maior que o do financiamento para aquisição própria.
- A empresa não contar com os benefícios fiscais da depreciação do ativo aeronave.
- O eventual lucro da (re)venda da aeronave – valor residual de mercado – ser do arrendador.
- A geração de maior alavancagem se comparada com a de uma aquisição via investimento próprio (*equity*).

- As especificações técnicas da aeronave não serem feitas sob medida para a empresa (ao menos nos casos de contratos mais curtos), ou seja, perde-se em customização.
- A exigência, por parte dos arrendadores, do depósito de reservas de manutenção em função da utilização mensal da aeronave, dispensando apenas para as grandes empresas aéreas, que geralmente fazem a manutenção de suas aeronaves em oficinas próprias (*in house*). Essa exigência é feita para que já haja um montante acumulado, ao longo dos anos (quatro a sete anos), para quando chegar a hora da revisão mais pesada e custosa, que pode chegar à faixa de US\$ 3 milhões a US\$ 5 milhões. Além de isso restringir um pouco a liberdade de gestão do caixa da empresa aérea, tais reservas são geralmente contabilizadas como receitas pelos arrendadores, não havendo, assim, o pagamento de juros à empresa aérea pelos depósitos efetuados ao longo de vários anos.

Justifica-se, diante desses fatores, a percepção de que, do ponto de vista estritamente financeiro, o *leasing* operacional seria mais vantajoso para fabricantes de aeronaves e ALC, uma vez que aumenta os canais de escoamento da produção para os primeiros e traz oportunidades de negócios de (re)conhecida rentabilidade para os segundos. Como pequena compensação para a empresa aérea, ficaria a constatação de que a documentação requerida, para a estruturação de um *leasing* operacional, é, em geral, bem mais simples e padronizada do que a requerida no financiamento via empréstimo, *equity* ou mercado de capitais, o que evidentemente significa honorários advocatícios reduzidos.

O balanço geral, porém, indica que, para as empresas aéreas já bem-estabelecidas no mercado, o *leasing* operacional é ferramenta indispensável na gestão da frota de aeronaves como resposta à demanda do mercado ao longo dos ciclos econômicos. Isso porque proporciona flexibilidade na composição dessa frota (usualmente, em torno de 15% a 35% do total da frota) em prazos curtos e médios, impossível de ser alcançada se toda a frota fosse adquirida nos prazos de financiamento viáveis (dez a 12 anos de financiamento).

Já para a empresa *start-up*, o *leasing* operacional pode ser a única alternativa sensata, salvo se dispuser de investidores com bastante capital para fazer face ao CAPEX, o qual inexistente no caso do *leasing* operacional, como já visto.

Panorama do mercado das ALC

No que tange à natureza comercial, a ALC (empresa arrendadora) pode integrar um grupo financeiro liderado por grande banco, pode ser uma companhia especializada em *leasing* (*specialist leasing company*), ou mesmo se constituir em uma sociedade (grupo) estabelecida por um grupo investidor. Neste último caso, tendo um montante elevado de tributos a pagar (em função de outras atividades), pode diferir tais débitos tributários, em função dos investimentos de capital realizados na aquisição de aeronaves, com frequência auferindo ainda benefícios fiscais decorrentes da depreciação acelerada prevista na norma tributária de diversos países, e reduzir o pagamento de tributos. Naturalmente, tais benefícios fiscais, no todo ou em parte, só estão disponíveis em algumas jurisdições, possibilitando que a Irlanda tenha se tornado, no decorrer das últimas décadas, um dos países favoritos para sediar ALC. O Anexo 1 lista os arrendadores mais atuantes hoje.

Em relação a investimentos em ativos (aeronaves), o negócio das ALC comporta uma variação substancial: a empresa posicionada no topo do *ranking* (*vide* Tabela 1 do Anexo 1) detém quase US\$ 35 bilhões em ativos aeronaves, enquanto a 50ª colocada fica com US\$ 346 milhões, uma razão de mais de cem vezes. Já no que tange ao número de aeronaves na frota (*vide* Tabela 2 do Anexo 1), a razão dos extremos é ainda mais marcante, sendo de cerca de 160 vezes. Isso parece confirmar a sabedoria popular que permeia o setor: um portfólio de aeronaves bem montado e gerido é rentável independentemente do tamanho da empresa. Daí o grande crescimento observado nos últimos 15 anos do número de empreendimentos dessa natureza: os grandes tornaram-se megaempresas, e.g., International Lease Finance Corp. (ILFC) e General Electric Capital Aviation Services (GECAS). Além disso, há uma miríade de empreendedores e novos investidores que se estabeleceram no setor, em que a qualidade da gestão dos ativos é a pedra de toque para o sucesso sustentável. E, de acordo com as tabelas do Anexo 1, é justamente entre estes últimos que foram registradas as maiores taxas de crescimento em 2011.

Também se pode observar, na Tabela 2 do Anexo 1, que a predominância absoluta é de aeronaves do tipo fuselagem estreita (*narrowbody*). Ou seja, aquelas com apenas um corredor na cabine de passageiros, que comporta de 130 a duzentos ou mais assentos, e que estão dedicadas às rotas-tronco de grandes mercados domésticos (ou internacionais transfronteiriços), tais como

os dos Estados Unidos, do Caribe, do Brasil, da Ásia e entre os países da União Europeia. Inserem-se, nesse grupo, os Boeing 737 e os Airbus A320. Já os jatos de fuselagem larga (*widebody*), ou seja, aqueles com dois corredores internos, na faixa de 210 a 450 ou mais assentos, empregados essencialmente no longo curso internacional, ocupam um modesto segundo lugar na preferência das ALC. Os jatos regionais, por sua vez, entre os quais os fabricados pela Embraer e financiados pelo BNDES, constituem apenas modestos 8,5% da frota mundial, gerida pelas cinquenta maiores empresas de *leasing* de aeronaves do mundo, ante 72% para os *narrowbodies* e 17% para os *widebodies*.

Apesar disso, a importância dos jatos regionais como ativos para *leasing* operacional é vista como crescente no mercado [Airfinance Journal (2012)]. Isto pode ser percebido claramente na Tabela 1: os jatos regionais hoje integram as frotas de ALC de grande, médio e pequeno portes, indistintamente. Entretanto, há menos de dez anos era inusitado que esse tipo de aeronave estivesse em portfólios de arrendadores.

Tabela 1 | Arrendadores (ALC) de jatos regionais classificados pelo valor dessa parcela da frota

Classificação	ALC	Valor da frota (US\$ milhões)	Nº de aeronaves	Variação em unidades (+/-)
1º	GECAS	3.848	422	-30
2º	Jetscape	698	31	+17
3º	Air Lease	255	9	+9
4º	GOAL	236	14	-2
5º	CDB Leasing Company	228	9	+7

Fonte: Hamilton (2012).

O crescimento das ALC vem sendo atribuído também à grande oferta de crédito no período pré-crise de 2008 e à crescente *expertise* requerida na gestão de ativos (*asset management*), incluindo a gestão da base de clientes, negociação de contratos, diversificação de riscos e toda a gestão financeira por trás do ativo. A já mencionada GPA, companhia que, virtualmente, inventou o modelo de negócio do *leasing*, teve seu modelo focado na arbitragem de risco do ativo (aeronaves), por meio do gerenciamento da exposição ao risco (empresas aéreas) e do entendimento e da previsão precisos do valor residual da aeronave financiada. Muito bem-sucedida – e lucrativa – por quase duas décadas nessa atividade, a Guinness Peat Aviation (GPA) veio a falir, ser renomeada e repassada para uma sucessão de novos controladores (agora integra o grupo GECAS) por

tentar levar seu modelo ao paroxismo: no início da década de 1990, fez pedidos desmedidos de novas aeronaves aos fabricantes, e logo depois, o setor entrou em depressão na sequência da primeira guerra do Golfo Pérsico.

De qualquer forma, a primeira geração das ALC tinha como pilar básico de *funding* os recursos para investimentos dos grupos econômicos que lhes deram origem, seja pelas vantagens fiscais auferidas, seja pelos retornos contabilizados e distribuídos. Retornos esses que, como se pode observar na Tabela 1 do Anexo 1, faz diversos arrendadores terem parte de sua frota terceirizada. O motivo para essa situação é que investidores – geralmente de fora do setor aeronáutico – aportam recursos ou obtêm financiamentos para a compra de aeronaves destinadas a *leasing* operacional e, ato contínuo, as disponibilizam para as ALC gerirem esses ativos mediante remuneração.

Destaca-se que, além do benefício fiscal comumente associado a essas estruturas de financiamento, as condições de liquidez internacional nunca deixaram de ser importantes para a expansão dos negócios das ALC, assim como para sua eventual retração. Em períodos de crise, operações de *sale and leaseback*² também afetam a demanda por *leasing* operacional, o número de aeronaves estacionadas em pátios de preservação (por falta de demanda de tráfego) – tais como o deserto de Mojave, nos Estados Unidos – e, naturalmente, os próprios valores de mercado do *leasing*.

Apesar da já mencionada crescente participação do *leasing* operacional na frota mundial, o mercado segue bastante concentrado em dois grandes arrendadores que, juntos, são proprietários de aproximadamente 40% da frota global de aeronaves em *leasing*: ILFC, pertencente ao Grupo American Insurance Group (AIG); e GECAS, do Grupo General Electric, que também inclui um dos três maiores fabricantes mundiais de motores aeronáuticos. No entanto, há indicações de que o futuro do *leasing* operacional não convergirá para o modelo do mega-arrendador. Como se constata na Tabela 2 do Anexo 1, a tendência seria para “[...] portfólios de 325 a 425 aeronaves na média, e não de 1.000+, por representar o ‘ponto ótimo’ (*sweet spot*) de equilíbrio entre as economias de escala e uma relativa facilidade de gerenciamento” [Hannahs (2010) *apud* Hamilton (2010, p. 41)].

² Operação em que a empresa aérea vende e, em seguida, faz um contrato de *leasing* operacional com a ALC, da mesma aeronave, de forma a poder continuar a operá-la (agora com uma injeção de recursos no caixa).

Na década atual, tais ALC, como a GECAS, a ILFC, a Bouillon Aviation Services e a CIT, puderam se valer do farto acesso ao crédito por parte de suas controladoras para captar recursos baratos, em vez de somente se amparar ao valor colateral das aeronaves. A arbitragem de crédito não só acelerou o crescimento do número de arrendadores, mas também expandiu bastante a liquidez na indústria, uma vez que as ALC captaram recursos essencialmente no mercado de capitais, e não em bancos comerciais, como as companhias aéreas.

No entanto, com a deflagração da crise atual, a partir de meados de 2008, a combinação da entrada de novos atores (*players*) com a retração do crédito internacional vem pressionando as grandes ALC. Um desdobramento inesperado dessa crise foi que o impacto sentido por elas “[...] não se deveu a algum fundamento do modelo de negócios ou mesmo às empresas aéreas arrendatárias das aeronaves, mas sim às dificuldades que impactaram seus respectivos grupos controladores” [Hamilton (2010, p. 40)]. Este, decerto, foi o caso de: GECAS, controlada pelo GE; ILFC, controlada pelo AIG; RBS Aviation Capital, controlada pelo Royal Bank of Scotland; CIT Aerospace, controlada pelo CIT Group; e várias outras. As exceções foram: a AWAS (controlada pelo grupo europeu de investimentos Terra Firma), a Aviation Capital Group (seguradora PacificLife dos Estados Unidos) e a BOC Aviation (subsidiária do gigantesco Bank of China) [Hamilton (2010)].

Portanto, uma consequência importante desse quadro atual, e ao qual se deve atribuir a devida importância, diz respeito, então, à transição do modelo das ALC, que passaram de provedoras para consumidoras de capital [Scherer (2010)], o que as vêm levando a depender, como nunca antes, dos bancos, mercados de capitais e das Export Credit Agencies (ECA), em ordem crescente de importância, e até de combinações dessas alternativas (e.g., a operação de garantia da estrutura de títulos – *bond-based* – no valor de US\$ 900 milhões realizada, em 2009, pelo US Ex-Im Bank para a Aviation Capital Group).

Entretanto, à medida que arrendadores menores entrem no mercado e arrendadores regionais se tornem globais, uma diversificação maior do tamanho dos portfólios de aeronaves será vista, com domínio menor do mercado por parte dos grandes atores. Isso já pode ser verificado no caso dos chineses, que vêm desempenhando um papel muito importante ao prover

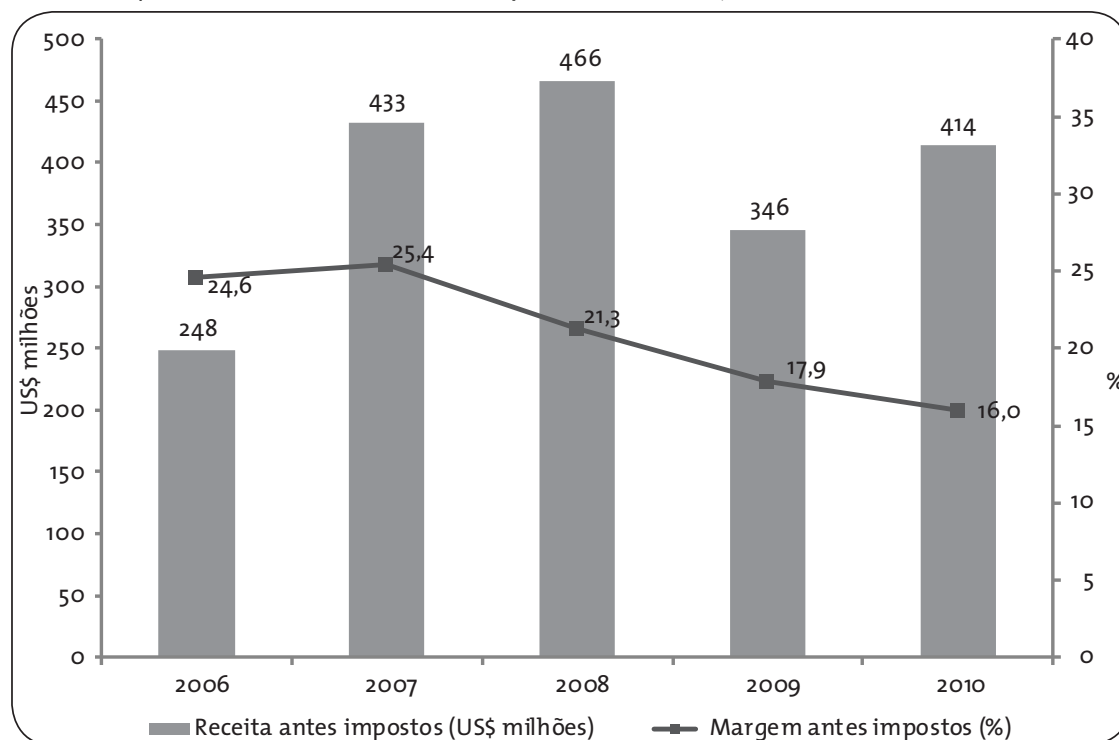
leasing operacional para companhias aéreas na China e na Ásia. Alguns devem seguir a liderança do Bank of China Aviation (BOC Aviation) na oferta de serviços em escala global.

Em síntese, as ALC vão continuar a desempenhar um papel decisivo nas finanças de companhias aéreas (*airline finance*), apesar de suas estruturas de capital terem se diferenciado daquelas dos últimos vinte anos. O mercado de capitais, os bancos comerciais e as ECA – como o BNDES Exim – devem permanecer como fontes importantes de recursos para as ALC no curto e no médio prazos.

Fundamentos do modelo de negócios das ALC

Em virtude do quadro acima delineado, é importante considerar os fundamentos da sustentabilidade do negócio das ALC. Alguns analistas consideram que a atividade do arrendador é muito próxima àquela da intermediação financeira, isto é, um negócio de simples gestão de *spreads*: “compre (aeronaves financiadas) barato, alugue caro” [J.P. Morgan (2011, p. 3)]. É fato que as ALC obtêm percentuais de lucratividade substanciais (Gráfico 3) em relação ao conjunto de empresas aéreas do mundo (Gráfico 2).

Gráfico 3 | Histórico de lucratividade para ALC com ações em bolsas de valores



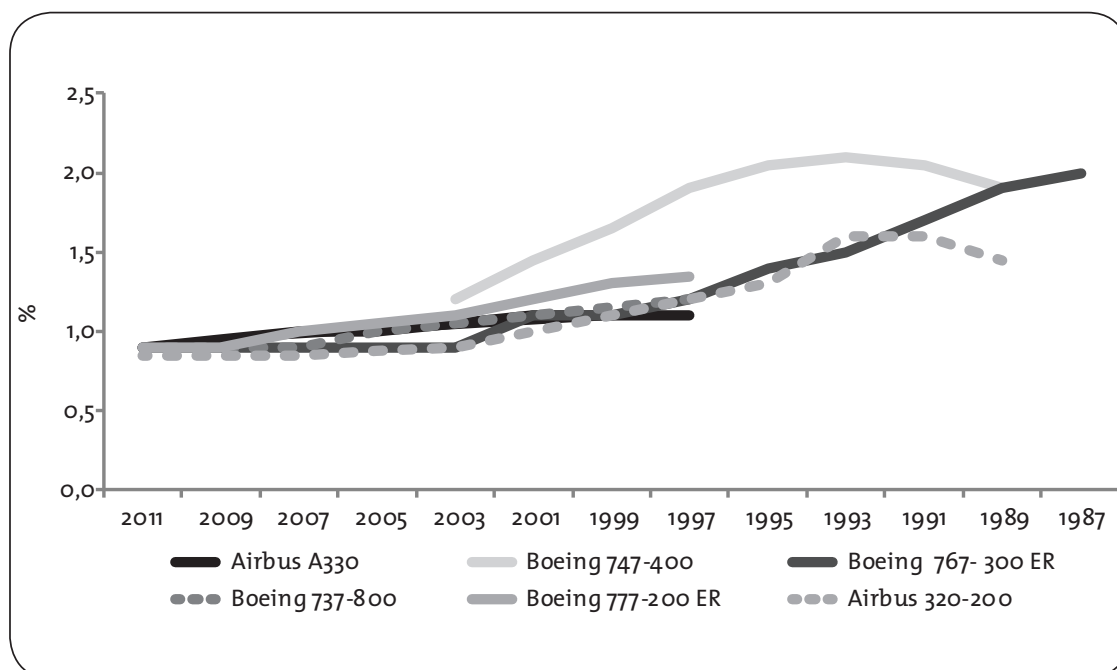
Fonte: Deutsche Bank.

É surpreendente, considerando-se a complexidade normalmente associada ao mundo da aviação, que o negócio do *leasing* operacional se baseie em algumas regras claras, simples e de bom senso, tais como:

- Trabalhar, preferencialmente, com aeronaves de fácil e rápida re-comercialização, com grande número de operadores mundo afora. As preferidas hoje são as da família Boeing 737 (notadamente o 737-800) e as da família Airbus A320. A família dos E-Jets da Embraer, em especial o E-190, vem ganhando cada vez mais aceitação entre as ALC, na medida em que o número de operadores dos E-Jets já ultrapassou a marca de sessenta empresas aéreas em quarenta países ao redor do mundo, configurando, portanto, um mercado secundário digno de nota.
- Fazer os pagamentos do *leasing* serem sempre superiores às prestações do financiamento. Além disso, é realizada cobrança adiantada e mensal dos pagamentos (dia 1º do mês a vencer), enquanto as prestações são pagas trimestral ou semestralmente e ao fim do período (trimestre ou semestre vencido).
- Precificar o *leasing* (*lease rate*) na faixa consagrada no mercado, que vai de 0,5% a 1,1% do valor de mercado da aeronave (*lease rate factor*), com fulcro na média histórica de 0,8% ao longo da vida econômica da aeronave. Isso requer o acompanhamento diuturno do valor de mercado de cada uma e do portfólio de aeronaves detido pela ALC (*vide* Gráfico 4).
- Conhecer muito bem o cliente arrendatário da aeronave, de forma a evitar a decepção da inadimplência, e atendê-lo da melhor forma possível, para que ele prorrogue os *leasings* existentes sempre que necessário e/ou nunca deixe de ser um potencial cliente. Em caso de percepção de risco de inadimplemento, exigir depósitos em garantia (*security deposits*) ou carta de crédito (antes da entrega da aeronave), que são garantias monetárias líquidas, equivalentes geralmente a de um a até três meses do aluguel mensal da aeronave. Isso permite que o arrendador possa mitigar as perdas decorrentes da eventual re-comercialização inesperada da aeronave. Considerando-se que o primeiro aluguel também é pago adiantadamente, o custo total inicial (*upfront*) do *leasing* para a empresa aérea pode ficar entre 2% e 4% do valor total da aeronave.

- Em complemento ao item anterior, exigir da empresa aérea a constituição de reservas de manutenção – depósitos mensais proporcionais à utilização da aeronave (em relação a horas de voo e número de ciclos de pousos/decolagens) – de forma que, quando chegar a época da manutenção pesada, o correspondente montante requerido já tenha sido acumulado e esteja disponível exclusivamente para tal finalidade. Grandes empresas aéreas, com organizações internas próprias de manutenção, são em geral dispensadas desse requisito.
- Comprar as aeronaves sempre em condições vantajosas de preço e financiamento, de forma que o valor das mensalidades do *leasing* possa ser competitivo.
- Ter flexibilidade para as fases de depressão dos mercados. Isso significa ser capaz, por exemplo, de rapidamente (re)colocar aeronaves devolvidas em *leasings* de curto prazo (dois a três anos, por exemplo) para clientes confiáveis, em vez de deixá-las estacionadas em solo, sem geração de receita.

Gráfico 4 | Variação da mensalidade do *leasing*, em percentual do valor da aeronave (*lease rate factor*), em função do ano de fabricação da aeronave (*year of build*)

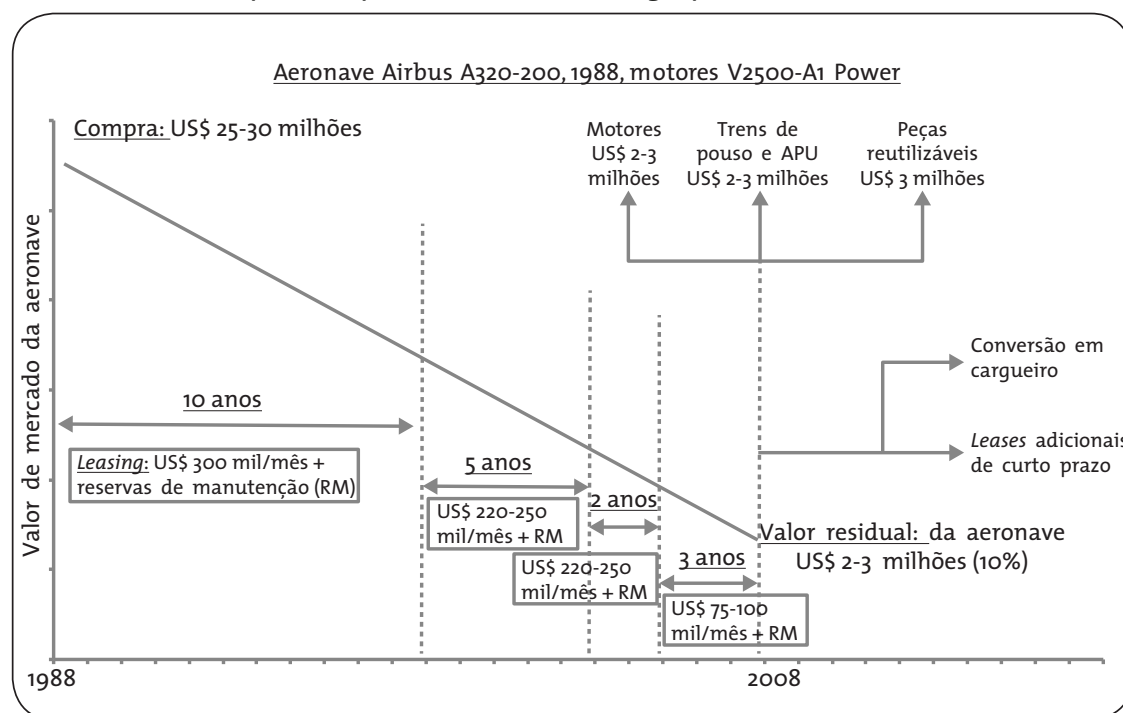


Fontes: Ascend e Deutsche Bank estimates.

Obs.: Aeronaves mais antigas tendem a gerar um aluguel percentualmente mais elevado, mas também têm risco mais elevado quanto a seu valor residual.

Constata-se, portanto, que a atividade básica das ALC consiste em comprar aeronaves novas ou seminovas por preços atraentes e alugá-las pela faixa de valores consagrada no mercado (com a devida flexibilidade nos períodos de depressão econômica). Naturalmente, seja qual for a política de depreciação seguida, com o passar do tempo, a aeronave vai perder valor de mercado, o que reduzirá o valor dos pagamentos e, certamente, da duração dos contratos de *leasing* operacional subsequentes. Ao fim da chamada “vida econômica” da aeronave (que não se confunde com sua “vida material” – a qual pode ser prorrogada com os devidos cuidados técnicos – e nem com sua “vida contábil”), há dois destinos possíveis para ela: virar sucata, com a venda das partes aproveitáveis (motores, trem de pouso etc.) ou ser convertida para aeronave exclusivamente cargueira. Neste último caso, sua “vida econômica” terá sido estendida por mais alguns anos nessa nova modalidade. O Gráfico 5 ilustra tal processo para um caso conhecido de um Airbus A320.

Gráfico 5 | Exemplo do retorno econômico-financeiro proporcionado por aeronave Airbus A320 à empresa especializada em *leasing* operacional (*lessor*)



Fonte: Cumberland (2010).

Assim, embora do ponto de vista técnico e contábil o Retorno sobre o Ativo (ROA) aeronave de uma ALC só possa ser apurado depois do encerramen-

to do ciclo mostrado no Gráfico 5 (que pode levar de vinte anos a 25 anos), na prática do dia a dia o modelo básico do negócio de *leasing* consiste em:

- Obter a receita do arrendamento dessa base de ativos (faixa de 0,8% a 1,1% do valor de mercado, dependendo do tipo e idade de cada aeronave).
- Utilizar essa receita para cobrir todos os custos e gerar lucro. Os principais centros de custos incluem:
 - depreciação das aeronaves em carteira (portfólio);
 - despesas de juros no financiamento à aquisição das aeronaves; e
 - despesas gerais, administrativas e com vendas, na gestão do portfólio.

Em síntese, tem-se aí o *spread* do negócio de *leasing*:

spread = receitas de *leasing* - custos da posse e gestão do ativo aeronave (*aircraft ownership costs*)

Considera-se que as receitas de *leasing* são afetadas pelos seguintes fatores:

- tipo do *lease*, que, essencialmente, pode ser *dry* (só a aeronave) – mais comum – ou *wet* (aeronave com tripulação própria e custos de manutenção, seguro e tributos inclusos);³
- taxas de juros na captação, valor das taxas de juros e modalidade – se fixas ou flutuantes;
- legislação e considerações tributárias nas jurisdições envolvidas;
- termos do contrato de *leasing* em geral e sua duração em particular;
- valor inicial da aeronave;
- valor residual estimado da aeronave; e
- qualidade do crédito da empresa aérea arrendadora.

Nesse contexto, costuma-se definir o *yield* anual de uma ALC como:

yield anual = receita anual dos *leases*/total dos valores de mercado das aeronaves⁴

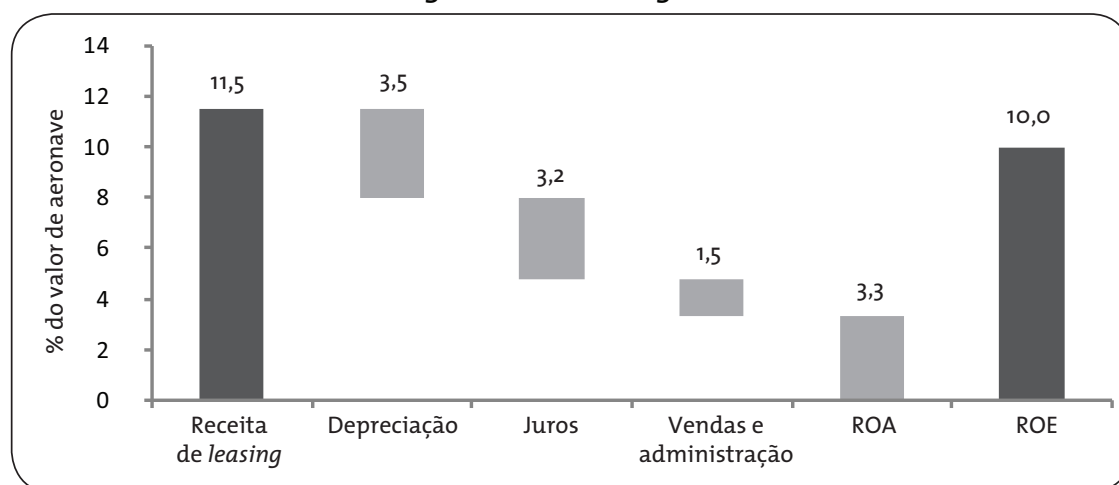
³ Referenciado como ACMI – Aircraft, Crew, Maintenance & Insurance.

⁴ Referenciados como Current Market Values (CMV).

Julga-se que uma ALC bem-sucedida consegue obter *yields* anuais na faixa de 11% a 16% antes da depreciação e de 8% a 13% depois da depreciação. A prática geral da indústria para aeronaves comerciais é considerar um prazo de 25 anos, desde a data de fabricação, com depreciação linear até um valor residual de 15% (equivalentes a 3,4% a.a.); para as cargueiras, o prazo aumenta para 35 anos, até um valor residual nulo.

Quanto às despesas com o *leasing*, como a experiência demonstra que as despesas de depreciação e com juros são as mais significativas, a eventual volatilidade nas taxas de juros pode afetar significativamente a lucratividade de uma ALC, uma vez que a depreciação não costuma apresentar volatilidade. Considerando-se que a depreciação capture com alguma fidelidade a perda de valor de mercado do ativo aeronave, pode-se montar o modelo econômico de uma ALC, feito em relação ao ROA e sobre o Patrimônio Líquido (ROE), exibido no Gráfico 6 [Morgan Stanley (2012)]. A premissa utilizada foi a de uma alavancagem financeira (*debt/equity*) de três vezes, um valor bastante corriqueiro nesse período pós-crise de 2008-2009; antes era comum alcançarem-se valores quatro a cinco vezes maiores.

Gráfico 6 | Modelo econômico em base anual de uma ALC, feito em relação ao ROA – aeronave – e sobre o ROE, com grau de alavancagem financeira de três vezes



Fonte: Morgan Stanley Research North America (2012).

Esse exemplo de modelo econômico de uma ALC poderá ser significativamente alterado, conforme já assinalado, com a alienação da aeronave ao fim de seu período de vida econômica. A venda com ganho líquido, ou perda, gerará impacto importante sobre os retornos da operação. Tais retornos podem então ser alavancados, gerando um ROE-final consideravelmente

mais alto que o dado acima. Isso explica, em parte, as chamadas “vendas oportunísticas” de portfólios de aeronaves realizados por ALC de tempos em tempos, com as aeronaves tendo em média oito a 12 anos, ou seja, bem antes do término de suas vidas econômicas.

Para as entidades que financiam ALC, isso significa que o financiamento a ALC para a aquisição de aeronaves fabricadas no Brasil deverá ser capaz de acomodar a eventualidade de pré-pagamento, em certas circunstâncias, sem penalidades excessivas.

Por outro lado, como visto, as despesas com juros têm impacto relevante na rentabilidade de uma ALC. O registro histórico revela que as ALC procuram minimizar tais despesas utilizando-se das seguintes estratégias:

1. Integrar um grande grupo econômico cuja percepção de solidez, em relação ao mercado, permite que a ALC seja beneficiária de taxas de juros na compra de aeronaves extremamente atraentes. Os dois casos clássicos desse mercado são a GECAS (até hoje a maior ALC do mundo), pertencente ao Grupo GE, e a ILFC (a segunda maior ALC do mundo), pertencente ao conglomerado AIG.
2. Realizar as compras de aeronaves por meio de contratos de financiamento com prazo curto, de quatro a sete anos. No fim do período, dependendo das condições de caixa da ALC, assim como do ambiente econômico-financeiro, em geral, liquidar integralmente o saldo devedor (por meio de *balloon payment*) ou refinarciar tal saldo, novamente por período não muito longo, de forma a obter baixa taxa de juros.
3. Dispor sempre de uma política de balanceamento entre captações de empréstimos com garantia (em geral, a própria aeronave), que costumam ser mais baratos, e empréstimos sem garantia, geralmente mais caros. Neste último caso, o benefício é a grande facilidade de retomar e recolocar a aeronave em qualquer lugar do planeta, sem a necessidade de dar satisfações aos credores.

No entanto, é preciso se ter em mente que a estratégia citada anteriormente no item 2 requer uma gestão financeira bastante ágil e eficiente, porque não pode haver descasamentos significativos, ano a ano, entre as necessidades da ALC de quitar ou refinarciar saldos devedores substanciais (em relação à geração de caixa da empresa) e a situação da empresa ou as condições de

oferta de crédito por parte do mercado financeiro. Afinal, foi exatamente o acúmulo de bilhões de dólares em empréstimos de prazo relativamente curto, com garantia corporativa, para os quais não obteve fontes de refinanciamento suficientes, que levaram a GPA à concordata e, posteriormente, a ser adquirida pela GECAS no início da década de 1990.

Para as entidades que financiam ALC, isso significa que a análise de uma ALC (risco de crédito, risco da operação etc.) deve levar em conta eventuais acúmulos de quitações ou de necessidades de refinanciamentos nos anos seguintes, por parte da ALC, *vis-à-vis* sua capacidade financeira.

Aspectos fundamentais a serem considerados em operações de financiamentos a ALC

Conforme visto nas seções anteriores, o financiamento a uma ALC se diferencia em relação àquele para uma empresa aérea pela natureza da beneficiária. Trata-se agora de uma empresa cujo modelo de negócios é o arrendamento mercantil, ou seja, o *leasing* de aeronaves que a ALC adquiriu justamente para arrendá-las para empresas aéreas. O arrendamento aqui considerado é aquele feito na modalidade denominada de *leasing* operacional,⁵ isto é, constitui-se em aluguel puro, findo o qual a aeronave é devolvida a seu proprietário arrendador. Assim, do ponto de vista qualitativo, o risco para a entidade financiadora é a capacidade dessa empresa arrendadora – o arrendador, no jargão do mercado financeiro – de gerir a locação das aeronaves que lhe estão sendo financiadas pelo banco. Essa capacidade compreende, em sua essência, a escolha criteriosa das empresas aéreas para as quais as aeronaves serão arrendadas. Além disso, requer à ALC o acompanhamento diuturno da operação dessas aeronaves, com exigências quanto à qualidade da operação, da manutenção, da preservação das condições materiais e documentais e, por fim, das condições de devolução destas à ALC.

Como os contratos de *leasing* entre arrendador e empresa aérea duram usualmente de cinco a sete anos, e os contratos de financiamento entre a entidade financiadora e o arrendador podem durar dez, 12 ou mesmo 15 anos,

⁵ Em oposição ao *leasing* financeiro, no qual, ao fim do período contratual, a aeronave é adquirida pela empresa aérea por um valor residual previamente pactuado.

este precisa ser ágil e eficiente ao fim de cada contrato de *leasing*: prorroga-o de imediato ou encontra outra empresa aérea para a aeronave que está sendo devolvida. O mesmo vale para quando ocorre alguma inadimplência nos pagamentos do aluguel/*leasing*: ou a empresa aérea é capaz de sanar rapidamente o *default*, ou o arrendador tem de rapidamente encontrar um novo “lar” para a(s) aeronave(s) afetada(s). Vem daí o motivo de as ALC serem quase imanescentes aos mercados de aeronaves ao redor do mundo: é desse rápido e fácil trânsito com empresas aéreas, autoridades aeronáuticas, bancos, ECA e investidores, em geral, que depende o sucesso e a rentabilidade de seu modelo de negócios.

Em tempos de normalidade dos mercados financeiros, é natural que bancos de investimento financiem ALC, uma vez que eles são o acesso a companhias aéreas de segunda e terceira linha. Para o banco, o arrendador é visto muitas vezes como uma companhia aérea de primeira linha, e.g., no período pré-crise atual a classificação de risco de crédito da ILFC era AA (tendo “desabado” para CCC, em 2009, essencialmente em função dos problemas de sua controladora, a AIG).

No caso do BNDES Exim e das demais entidades de apoio à exportação de aeronaves fabricadas no Brasil – SAIN, STN, SBCE, FGE, MDIC etc. –, é importante que se tenha a percepção de que o financiamento concedido a um arrendador traz fatores mitigadores de risco não desprezíveis, na medida em que uma camada fica assim interposta entre tais entidades do país e a empresa aérea operadora da aeronave. A importância disso, entre outros pontos, tem os seguintes motivos:

- A ALC é a primeira interessada em evitar qualquer tipo de inadimplência financeira por parte da empresa aérea. Na verdade, os contratos de *leasing* operacional costumam ter uma cláusula-padrão estabelecendo que a obrigação de pagar (a mensalidade do arrendamento) é absoluta e irrestrita e, que, qualquer disputa que surja eventualmente (e.g., fatores de força maior perturbadores da atividade, tais como a nuvem de cinzas vulcânicas de abril de 2010, a gripe suína etc.) poderá ser acertada entre arrendador e arrendatário, contanto que o fluxo de mensalidades esteja em dia [Zimmer e Thompson (2009)]. Como gestor de ativos de elevado valor unitário (aeronaves), a reputação

da ALC com seus financiadores costuma ter a mais alta prioridade, o que nem sempre precisa ser o caso para uma empresa aérea.

- A ALC deve seu sucesso a seu profundo conhecimento do mercado e de seus agentes. Dessa forma, casos de inadimplência – real ou potencial – entre a ALC e seu arrendatário (empresa aérea) costumam ser resolvidos da forma mais rápida possível no âmbito dos dois agentes, sem que isso seja necessariamente repassado para a instância financiadora, como o BNDES.
- A recomercialização de aeronaves é atividade do dia a dia da ALC. Assim, devoluções de aeronaves no fim de cada período contratado fazem sua recomercialização se iniciar de seis a 12 meses antes; devoluções não programadas raramente são inesperadas, em virtude do nível de acompanhamento que a ALC faz da empresa aérea [Cumberlidge (2010)] (ver item seguinte). Portanto, como a interrupção do fluxo de mensalidades do *leasing* não é um evento trivial para a ALC, da mesma forma, *ceteris paribus*, a entidade financiadora, como o BNDES, dispõe assim de uma camada facilitadora a mais para assegurar à empresa arrendadora estabilidade do fluxo de recebimentos (do financiamento) que lhe é devido.
- O acompanhamento sistemático da operação das aeronaves arrendadas com as empresas aéreas clientes, por parte do arrendador, é uma das características básicas desse setor/modelo de negócios. Isso porque a chamada “preservação do ativo” é preocupação fundamental da ALC, de forma a assegurar a sustentabilidade do empreendimento no longo prazo. A condição física da aeronave e toda a documentação a ela associada, assim como a saúde geral da empresa aérea operadora, são motivos de verificações e registros mensais de acompanhamento [Cumberlidge (2010)].
- A ALC procura sempre distribuir o risco da melhor forma possível em virtude da natureza de sua atuação, por meio da alocação de relativamente poucas aeronaves para cada empresa aérea cliente.⁶ Esse número de aeronaves por empresa, pela lógica de gerenciamento de ativos (*asset management*) da ALC, guardará proporção direta com

⁶ Não há registro histórico conhecido de que alguma ALC tenha jamais feito algo equivalente às operações do BNDES Exim, que permitiram que mais de uma centena de aeronaves operassem na mesma empresa aérea, e.g., os ERJ-145 na American Eagle (mais os da então Continental Express).

o risco – percebido pela empresa arrendadora – em alocar aeronave(s) para a empresa e com o contexto conjuntural em que essa arrendatária opera (na análise da ALC, fatores qualitativos gerenciais da empresa aérea costumam ter mais importância do que os indicadores quantitativos usualmente empregados nas análises financeiras tradicionais de classificação de risco de crédito).⁷

- Uma consequência do exposto no item anterior é o que acontece quando a ALC, seja qual for o motivo, entra em curso problemático, que pode chegar à recuperação judicial ou mesmo a sua liquidação. Ocorre que, nessas circunstâncias, a maior parte de seu portfólio de aeronaves (se não todas elas) continua alocada às diversas empresas aéreas clientes. Assim, o usual é que a ALC seja vendida, incorporada, absorvida ou entre em processo de fusão com outra ALC, ou instituição financeira atuante, ou mesmo entrante nesse mercado. A lógica aqui é que o que importa é o portfólio de aeronaves e os fluxos de recebíveis delas decorrentes. No limite, como seria o caso do financiamento direto a uma empresa aérea, restam as aeronaves dadas em garantia para a liquidação dos débitos (como demonstrado no rumoroso – e paradigmático – caso da GPA da primeira metade da década de 1990). Mas o registro histórico⁸ mostra que as ALC se fundem, se incorporam e se absorvem com muito mais frequência e velocidade do que recorrem à liquidação dos ativos (aeronaves) para a quitação de suas dívidas. Essa característica configura, evidentemente, um mitigante de risco para suas entidades financiadoras, como o BNDES.

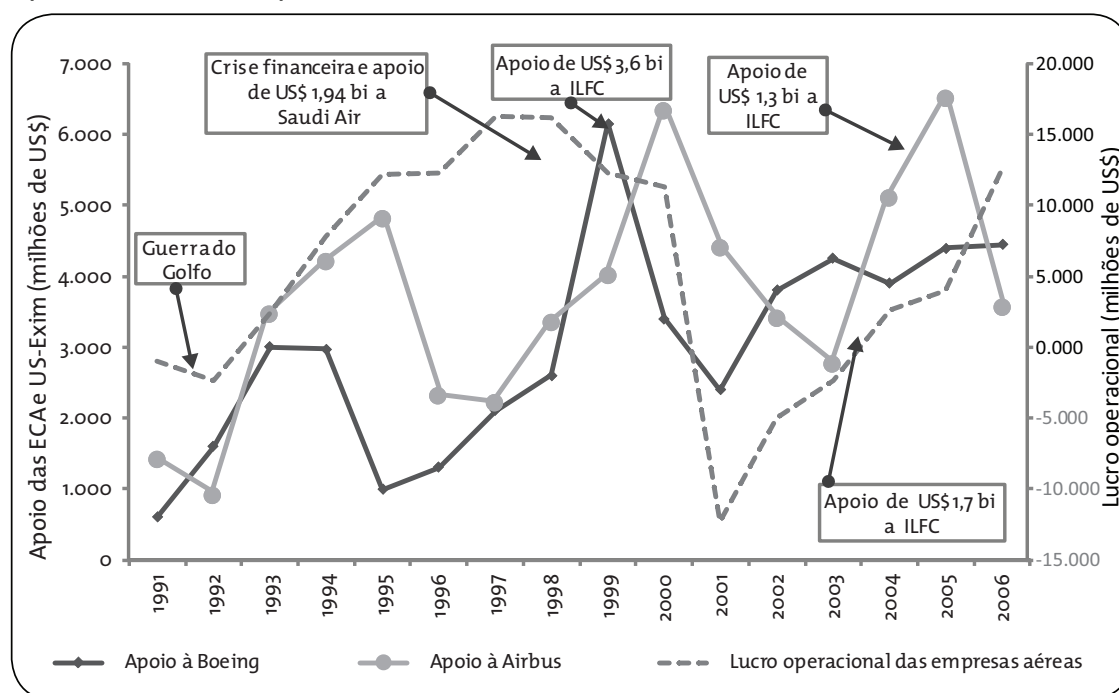
Por outro lado, uma questão parece “assombrar” o setor desde que foram realizadas as compras massivas de aeronaves Airbus e Boeing, com o apoio das ECA europeias e do US Ex-Im, conforme exposto no Gráfico 7, por parte da ILFC ao longo dos 15 anos que precederam a crise atual: será que as ALC concorrem com fabricantes no escoamento de sua produção para as empresas aéreas?⁹

⁷ Idem.

⁸ Vide, por exemplo, as tabelas (Anexo 1) com as cinquenta maiores empresas do setor de ALC publicadas anualmente, sempre no mês de fevereiro, pela revista *Airline Business*.

⁹ Vide, por exemplo, Clark (2007).

Gráfico 7 | Apoio das ECA europeias à Airbus e do US Ex-Im à Boeing e lucro operacional das empresas aéreas



Fonte: Weijer (2007).

Embora não pareça haver uma resposta definitiva à pergunta, o fato é que, com mais de um terço da frota mundial de jatos comerciais estando nas mãos de arrendadores, tal setor tem peso considerável no mercado. Isso ficou demonstrado em 2009, com o desenrolar da crise: entidades representativas do setor das ALC tentaram impor a redução da produção e número de entregas de aeronaves Boeing e Airbus, de forma a baixar a pressão das empresas aéreas para a redução nas mensalidades dos *leasings* operacionais durante a crise atual. Foram parcialmente bem-sucedidos em seu pleito, na medida em que os aumentos na produção de aeronaves programados para ocorrer em 2009 e 2010 foram descartados [Pearman (2010)].

Proposta de aspectos relevantes e indicadores para análise de operações e risco de crédito de ALC

Para além dos aspectos e indicadores comuns que integram a análise de qualquer tipo de empresa, em função do que foi apresentado e detalhado nas seções anteriores, os itens a seguir pretendem explicitar aqueles que seriam os mais importantes aspectos a serem considerados – assim como alguns indicadores a eles associados – no processo específico de análise de

uma operação e também na elaboração da classificação do risco de crédito, no que diz respeito a uma ALC. Quanto a essa classificação, é importante saber que há poucas ALC que são listadas atualmente em Bolsa de Valores – as principais são a Air Lease Corp., a AerCap Holdings N.V., a Aircastle Limited e a FLY Leasing Ltd. –, o que evidencia que a *expertise* de procedimentos específicos para a classificação de risco de crédito (*rating*) de empresas do tipo ALC ainda está em processo de maturação. Levando-se em conta esse conhecimento e fazendo-se uso das mesmas referências já assinaladas, desenvolveu-se a argumentação a seguir.

Nível microeconômico: direcionadores (*drivers*) do sucesso financeiro¹⁰

A experiência e o registro histórico indicam que os principais aspectos responsáveis pelo sucesso financeiro de uma ALC podem ser sistematizados como:

- **Equipe gestora experiente:** tal requisito advém do fato de o *leasing* de aeronaves ser, de fato, uma prestação de serviço baseada no conhecimento entre as pessoas envolvidas e, sobretudo, na confiança mútua. Tais relações sólidas entre os atores envolvidos requerem muitos anos de experiência e são consideradas críticas para o sucesso do negócio do *leasing* aeronáutico. Isso é especialmente verdade quando a ALC precisa lidar com clientes globais dos mais variados tipos, em um contexto em que contratos de elevados montantes financeiros são a norma, tanto no lado comprador quanto no vendedor. Há mesmo a sugestão de que não existiria negócio que requeira intensos contatos diretos, face a face, e do mais alto nível do que a venda ou o *leasing* de aeronaves comerciais [Airfinance Journal (2012)].
- **Histórico financeiro sólido:** os elementos-chave considerados são:
 - consistência dos lucros ao longo dos anos;
 - ampla geração de caixa;
 - grau de alavancagem financeira na faixa de 2:1 a até 4:1; e

¹⁰ Vide Deutsche Bank (2011).

- ROE de pelo menos 10% a.a.
- **Atraente portfólio de aeronaves, adquirido a preços atraentes:** as formas usuais de se perseguir tal objetivo são:
 - compra em quantidade, diretamente do fabricante, fazendo assim jus a desconto substancial em aeronaves novas;
 - compra de portfólio de aeronaves usadas de outro arrendador, ou mesmo de empresa aérea em situação de crise, ou ainda de instituição financeira que esteja saindo desse mercado; e
 - compra por meio de *sale & lease back* (SLB) – de empresa aérea, conforme visto anteriormente.
- **Diversificação de clientes e ativos:** trata-se simplesmente de “não colocar todos os ovos na mesma cesta”, o que se traduz por não entregar mais de 10% do portfólio total a um único cliente empresa aérea. Em termos práticos:
 - ampla diversificação geográfica da base de clientes;
 - saudável balanceamento da qualidade do crédito entre as empresas aéreas arrendatárias (ou seja, nem todos os clientes devem representar créditos abaixo de grau investimento);
 - o portfólio de contratos de *leasing* deve apresentar um perfil de expiração/renovação bem escalonado no tempo; e
 - o portfólio de aeronaves deve dispor de uma boa seleção de tipos diversos (exemplo: aeronaves Boeing 747-400, em declínio no mercado, não devem ter seus valores de mercado – CMV – constituindo uma alta percentagem do valor total do portfólio da ALC).

O Anexo 2 contém exemplos desses aspectos/indicadores para quatro ALC.

- **Boa capitalização, baixo custo de capital:** como visto, além de necessitar ter acesso a fontes de capital, as ALC precisam de

termos atraentes nessas captações. Por isso, no quadro financeiro internacional atual, diversos arrendadores optaram por trabalhar diretamente com os mercados de capitais, que teriam custos mais baixos do que os das tradicionais fontes bancárias. Além disso, vários arrendadores vêm conseguindo captar a taxas flutuantes de, por exemplo, 3,2% a.a. a 3,7% a.a. (entre as mais baixas do setor). No entanto, as empresas nessa condição buscam agora mecanismos de proteção (*hedge*), de forma a não perder essa vantagem competitiva de que poderão desfrutar por vários anos, sem falar nos retornos substanciais assim possíveis. Também é desejável que a ALC disponha de estrutura de capital flexível, de forma a poder acessar fontes tradicionais (tais como agências de crédito à exportação, caso do BNDES Exim) ou não tradicionais. No limite, o ideal é que o arrendador disponha de fontes amplas e adequadas nos vales da crise, ou seja, antes da retomada da demanda, a fim de poder comprar ou encomendar mais aeronaves – em condições vantajosas – em antecipação ao crescimento do mercado proporcionado pela saída da crise.

- **Carteira de encomendas = crescimento da lucratividade com grande visibilidade:** as aeronaves encomendadas constituem uma fonte de alta qualidade para o crescimento futuro da ALC, sobretudo no que tange àquelas aeronaves já previamente alocadas e negociadas com os clientes empresas aéreas. Se, além disso, as aeronaves encomendadas estão em alta demanda no mercado, é possível que se tornem uma ferramenta poderosa na gestão do portfólio da ALC. Por exemplo, a ALC poderá oferecer uma ou mais dessas aeronaves novas para determinado cliente, em troca de ele também aceitar uma ou mais aeronaves já usadas, que estejam sendo devolvidas à ALC por outro cliente. Por fim, é assim desejável que a carteira de encomendas do arrendador possa lhe permitir diversificar não só seu portfólio como também sua base de clientes.

De forma a ilustrar alguns dos pontos-chave antes listados, o Anexo 3 exibe uma planilha-exemplo de como seria o tratamento contábil-gerencial de um ativo aeronave para uma ALC.

Nível macroeconômico: fatores de risco para a ALC

Independentemente de quão bem (ou mal) gerida é a ALC, considera-se que os seguintes fatores têm peso no desempenho – e no risco – que afeta o setor.

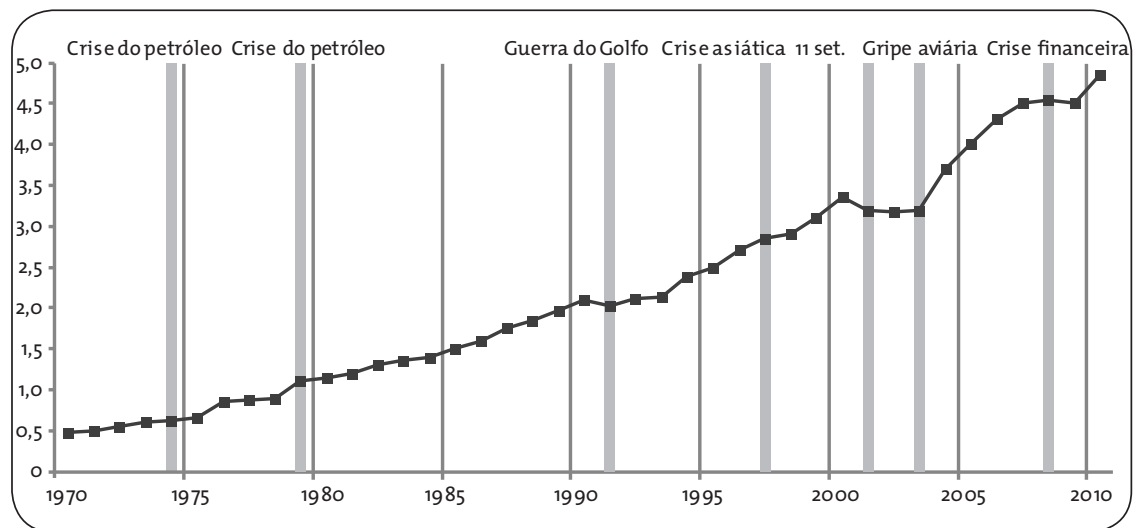
- **Comportamento da demanda de tráfego aéreo de passageiros e carga:** já se tornou um clichê no setor tentar determinar com exatidão o fator multiplicador da variação percentual anual do Produto Interno Bruto (PIB) (mundial, regional, nacional etc.) que explica a variação percentual anual da demanda de passageiros – medida em *revenue passenger-kilometers* (RPK), ou seja, passageiros-quilômetros pagos voados pelas empresas aéreas – ou de carga – medida em *revenue tons-kilometers* (RTK), ou seja, toneladas-quilômetros pagas voadas pelas empresas aéreas – para os níveis mundial, regional ou nacional de cada país. Existe um consenso quase unânime entre os analistas de que tal fator se situa na faixa de uma vez a 1,5 vez para economias maduras – Estados Unidos, União Europeia, Japão etc. – e de 1,5 vez a até quatro vezes para as emergentes – BRICS etc. Tão importante, porém, quanto esse fator é saber em que ponto do ciclo econômico encontram-se as várias regiões do mundo que demandam aeronaves arrendadas. Isso porque aos vales do ciclo econômico naturalmente correspondem diminuições de demanda, que algumas vezes significam centenas de aeronaves estacionadas no solo à espera de dias melhores (*vide* Figura 1). Como aeronaves estacionadas não geram receita, a situação das empresas aéreas é fragilizada e, por tabela, as ALC também podem enfrentar dificuldades em seus recebimentos e em sua colocação e/ou recolocação de aeronaves no mercado, com deterioração no valor das mensalidades. Nessas situações, cabe apenas entender que a experiência histórica demonstra que os efeitos macroeconômicos das crises sobre o setor são de duração limitada, como mostra o Gráfico 8, depois da qual o crescimento é retomado em moldes semelhantes ao do período pré-crise. Crises associadas especificamente ao preço do petróleo (guerras, ou levantes no Oriente Médio, por exemplo) podem gerar a inviabilização de certos tipos de aeronaves – e.g., jatos regionais de quarenta a cinquenta assentos, a família de MD-80s – temporária ou permanentemente. No entanto, as famílias de aeronaves *mainstream* – Boeing 737NG, A320, E-Jets etc. –, que compõem boa parte dos portfólios das ALC, costumam ser bem menos afetadas nessas situações.

Figura 1 | Jatos comerciais de diversos tipos estacionados no Deserto de Mojave, na Califórnia, à espera da retomada da economia para voltarem a operar



Fonte: Ascend.

Gráfico 8 | Histórico da evolução do tráfego aéreo mundial (em trilhões de RPK*)



Fonte: Airbus.

* *Revenue passenger-kilometers*, ou seja, passageiros-quilômetros pagos voados pelas empresas aéreas.

- **Alavancagem do *funding* e acesso a fontes de capital:** o negócio do *leasing* de aeronaves é considerado altamente alavancado, tanto quanto aos custos do *funding* como quanto ao acesso a fontes de capital para financiar o crescimento futuro das ALC [J. P. Morgan

(2011)]. Portanto, a crise iniciada em 2008 teve efeitos negativos sobre o setor, sendo os mais óbvios, a princípio, a questão da diminuição do crédito e, mais recentemente, os acréscimos de provisionamentos que os bancos comerciais começam a fazer em função do Acordo de Basileia 3. Esses fatores fizeram aumentar a importância de outras fontes, como o mercado de capitais, as agências de crédito à exportação (como o BNDES Exim) e os bancos chineses que estão entrando nesse mercado. Para as ALC, torna-se assim significativo tentar balancear operações de financiamento *unsecured* (apenas garantia corporativa) com *secured* (garantidas pelos ativos aeronaves), de forma a terem margem, se necessário, para captar dívida com garantias com respaldo nos ativos não comprometidos.

- **Risco de superoferta ou de obsolescência de aeronaves:** os principais fabricantes de aeronaves – Airbus e Boeing – já anunciaram planos de aumento da cadência de produção a partir de 2013. A superoferta de aeronaves impacta negativamente seus valores residuais, assim como as mensalidades dos arrendamentos (*lease rates*), ou seja, o potencial futuro de receita da atual base de ativos. Também de forma negativa, o início das entregas das novas versões remotorizadas de jatos comerciais – o Boeing 737MAX e o Airbus 320neo – a partir de 2016 deverá impactar os valores residuais e *lease rates* de seus predecessores. No caso da Embraer, não há hoje perspectiva de superoferta, e as novas versões remotorizadas dos E-Jets ainda estão em estudos. Caso se concretizem, como espera o mercado, as primeiras entregas estão previstas apenas para 2018. No caso das ALC, porém, a entidade financiadora precisa avaliar esses impactos todos, uma vez que o foco dessas empresas gira essencialmente em torno de suas frotas de Airbus e Boeing, afetando, portanto, a saúde financeira das ALC.
- **Risco de novas entrantes de capital aberto (*publicly-traded*):** o setor das ALC é bastante fragmentado, com grandes atores (*players*) em número reduzido (*vide* Anexo 1). Estima-se, levando em conta sua natureza intensiva de capital, que o setor deve permanecer assim [Deutsche Bank (2011)], já que aeronaves são equipamentos de valor elevado e precificado em dólares dos Estados Unidos. Como o montante de capital próprio (*equity capital*) do mundo é finito (e, frequentemente, escasso), toda ALC nova entrante de capital aberto

que chega ao mercado representa mais uma opção de investimento para investidores de capital privado. A frequência com que isso vem ocorrendo nos últimos anos faz alguns analistas temerem que isso cause impacto negativo no valor médio de mercado (*valuation*) das ALC como um grupo, com reflexos em suas capacidades de captação de recursos futuros para crescimento.

Conclusão

Com a crescente importância das ALC no mercado mundial de comercialização de aeronaves, parece inevitável que o BNDES Exim venha a se envolver cada vez mais com esse tipo de empresa como beneficiária de seus créditos. Isso se torna mais significativo à medida que se constata que para as aeronaves do porte dos E-Jets da Embraer ainda haveria espaço considerável para a ampliação dos portfólios das ALC quando comparados aos portfólios de jatos Boeing 737 e Airbus A320.

Por outro lado, tal crescimento em direção ao financiamento das ALC pode, conforme demonstrado nas seções anteriores, até representar uma mitigação dos riscos de crédito normalmente associados às empresas do setor aéreo, na medida em que a ALC depende do fluxo financeiro estável de seus aluguéis (pagamentos de *leasing*) – assim como eventualmente do valor residual da aeronave – para honrar seus financiamentos perante o Banco. Daí surge a importância de se estruturarem bem as operações desse tipo, aliada a uma metodologia própria de avaliação e classificação do risco de crédito, de forma que a *expertise* assim obtida e desenvolvida possa ser reproduzida a contento no futuro e no crescente mercado mundial dos *leasing* operacionais.

ANEXO 1

As empresas arrendadoras de aeronaves (ALC)

Tabela 1 | Os cinquenta maiores arrendadores por valor da frota, com base em estimativas de Flight Rugby e Avitas (2011)

Ranking 2011	(2010)	Aircraft leasing company (ALC)	Valor total da frota			Valor médio/ aeronave		Frota gerenciada para terceiros	
			US\$ milhões	Variação (%)	Total de aeronaves	US\$ milhões	Variação (%)	US\$ milhões	Fatia (%)
1	(1)	GECAS	34.581	(0,2)	1.755	19,7	3,6	1.489	4,3
2	(2)	ILFC	27.801	(4,8)	1.031	27,0	(4,7)	1.096	3,9
3	(5)	AerCap	8.447	24,8	326	25,9	11,0	1.185	14,0
4	(3)	BBAM	7.849	11,9	327	24,0	9,5	6.913	88,1
5	(6)	CIT Aerospace	7.493	16,4	263	28,5	8,4	76	1,0
6	(7)	BOC Aviation	6.742	8,0	179	37,7	(2,9)	739	11,0
7	(4)	RBS Aviation Capital	6.692	(3,1)	246	27,2	(1,5)	0	0,0
8	(8)	AWAS	5.168	22,7	224	23,1	12,3	134	2,6
9	(9)	Aviation Capital Group	4.781	15,0	245	19,5	12,2	143	3,0
10	(11)	Aircastle Advisor	3.729	14,0	140	26,6	10,8	133	3,6
11	(10)	Macquarie AirFinance	3.622	(2,6)	156	23,2	(2,0)	470	13,0
12	(27)	Air Lease Corporation	3.517	215,5	97	36,3	17,1	0	0,0
13	(16)	Doric Asset Finance	2.983	28,4	27	110,5	9,3	2.983	100,0
14	(15)	CDB Leasing Company	2.873	22,0	70	41,0	(9,3)	406	14,1
15	(18)	Sumisho Aircraft Asset Mgt	2.865	37,4	89	32,2	14,2	126	44,0

Continua

Continuação

Ranking 2011	(2010)	Aircraft leasing company (ALC)	Valor total da frota			Valor médio/ aeronave		Frota gerenciada para terceiros	
			US\$ milhões	Variação (%)	Total de aeronaves	US\$ milhões	Variação (%)	US\$ milhões	Fatia (%)
16	(13)	MC Aviation Partners	2.822	10,4	87	32,4	5,3	1.121	39,7
17	(19)	ICBC Leasing	2.613	28,9	63	41,5	0,3	133	5,1
18	(22)	Pembroke Group	2.538	49,1	75	33,8	9,3	226	8,9
19	(12)	Boeing capital Corp	2.399	(12,4)	242	9,9	(2,6)	198	8,3
20	(26)	FLY Leasing	2.209	80,1	109	20,3	(2,5)	0	0,0
21	(0)	Jackson Square Aviation	2.206	768,0	46	47,9	69,8	0	0,0
22	(17)	Hong Kong Aviation Capital	2.200	1,6	68	32,4	1,6	1.872	85,1
23	(38)	Avolon Aerospace Leasing	2.117	325,5	52	40,7	(10,0)	0	0,0
24	(14)	Amentum Capital	2.100	(14,4)	44	47,7	(12,5)	21	100,0
25	(20)	DAE Capital	2.054	6,8	47	43,7	2,2	0	0,0
26	(21)	ALAFCO	1.928	2,0	60	32,1	(4,8)	223	11,6
27	(29)	Guggenheim Avn Partners	1.760	77,5	51	34,5	74,0	31	1,8
28	(23)	ORIX Aviation	1.427	2,8	88	16,2	9,8	190	13,3
29	(24)	SkyWorks Leasing	1.231	(6,2)	98	12,6	27,3	1.231	100,0
30	(25)	Lease Corporation Int'l	1.052	(19,2)	13	80,9	(0,6)	1.052	100,0
31	(31)	Nordic Aviation Capital	1.010	24,4	150	6,7	12,0	0	0,0
32	(28)	Penerbangan malaysia	877	(13,6)	42	20,9	(11,5)	0	0,0
33	(30)	Aircraft Leasing & Mgmt	798	(14,7)	42	19,0	7,6	798	100,0
34	(43)	Jetscape	785	97,8	42	18,7	27,2	235	29,9
35	(40)	Investec Global Acft Fund	663	53,8	17	39,0	(9,5)	210	31,6

Continua

Continuação

Ranking 2011	(2010)	Aircraft leasing company (ALC)	Valor total da frota			Valor médio/ aeronave		Frota gerenciada para terceiros	
			US\$ milhões	Variação (%)	Total de aeronaves	US\$ milhões	Variação (%)	US\$ milhões	Fatia (%)
36	(35)	Volito Aviation Services	626	14,0	48	13,0	11,6	0	0,0
37	(41)	Cargo Aircraft Mgmt	624	47,0	77	8,1	18,3	13	2,1
38	(32)	Banc of America Lesing	614	(9,5)	41	15,0	(0,7)	17	2,7
39	(34)	GOAL	597	0,2	41	14,6	5,1	0	0,0
40	(37)	VTB-Leasing	577	15,6	38	15,2	6,5	350	60,6
41	(0)	Hong Kong Int'l Avtn Lsg	542	91,6	12	45,2	43,7	0	0,0
42	(36)	Santos Dumont Acft Mgmt	512	(5,1)	16	32,0	(5,1)	0	0,0
43	(33)	Sky Holding	496	(19,2)	72	6,9	(2,3)	496	100,0
44	(39)	Aircraft Purchase Fleet	482	10,1	15	32,1	(4,6)	0	0,0
45	(45)	VEB-Leasing	476	38,6	22	21,6	(24,4)	0	0,0
46	(42)	Showa Leasing	449	10,5	24	18,7	(3,3)	0	0,0
47	(50)	Veling	405	30,8	16	25,3	6,3	0	0,0
48	(0)	Apollo Aviation Group	398	71,3	47	8,5	23,9	92	23,0
49	(0)	AerSale	351	38,6	38	9,2	20,3	0	0,0
50	(44)	Avequis	346	(2,5)	11	31,5	(2,5)	140	40,4
Total			171.424	10,6	7.129	24,0	5,4	27.752	16,2

Fonte: Hamilton (2012).

Tabela 2 | Os cinquenta maiores arrendadores por tamanho da frota, com base em estimativas de Flight Rugby e Avitas (2011)

Ranking 2011	2010	Aircraft leasing company (ALC)	Frota total			Frota por tipo de aeronave			
			Nº de aeronaves	Variação	Variação unidades (+/-)	Fuselagem larga	Fuselagem estreita	Jatos regionais	Turbo-hélices
1	(1)	GECAS	1.755	(3,6)	(-66)	187	1.123	422	23
2	(2)	ILFC	1.031	(0,2)	(-2)	281	750		
3	(3)	BBAM	327	2,2	7	29	298		
4	(4)	AerCap	326	12,4	36	42	277	7	
5	(7)	CIT Aerospace	263	7,3	18	39	218	6	
6	(6)	RBS Aviation Capital	246	(1,6)	(-4)	2	230	14	
7	(8)	Aviation Capital Group	245	2,5	6	11	234		
8	(5)	Boeing Capital Corp.	242	(10,0)	(-27)	19	214		9
9	(9)	AWAS	224	9,3	19	53	168	3	
10	(10)	BOC Aviation	179	11,2	18	25	152	2	
11	(11)	Macquarie AirFinance	156	(0,6)	-1	14	139	3	
12	(13)	Nordic Aviation Capital	150	11,1	15		13	4	133
13	(12)	Aircastle Advisor	140	2,9	4	54	86		
14	(21)	FLY Leasing	109	84,7	50	6	103		
15	(14)	SkyWorks Leasing	98	(26,3)	(-35)	18	55	25	
16	(34)	Air Lease Corporation	97	169,4	61	17	69	9	2
17	(18)	Sumisho Aircraft Asset Mgt	89	20,3	15	6	80	3	
18	(15)	ORIX Aviation	88	(6,4)	(-6)	14	73		1
19	(17)	MC Aviation Partners	87	4,8	4	28	59		
20	(20)	Cargo Aircraft Mgmt	77	24,2	15	42	35		
21	(23)	Pembroke Group	75	36,4	20	15	54	4	2
22	(16)	Sky Holding	72	(17,2)	(-15)	12	60		
23	(25)	CDB Leasing Company	70	34,6	18	25	36	9	

Continua

Continuação

Ranking 2011	2010	Aircraft leasing company (ALC)	Frota total			Frota por tipo de aeronave			
			Nº de aeronaves	Variação	Variação unidades (+/-)	Fuselagem larga	Fuselagem estreita	Jatos regionais	Turbo-hélices
24	(19)	Hong Kong Aviation Capital	68	0,0	0	18	44	6	
25	(27)	ICBC Leasing	63	28,6	14	21	35	7	
26	(22)	ALAFCO	60	7,1	4	9	51		
27	(47)	Avolon Aerospace Leasing	52	372,7	41	4	48		
28	(26)	Guggenheim Avn Partners	51	2,0	1	26	25		
29	(28)	Volito Aviation Services	48	2,1	1		47		1
30	(0)	Apollo Aviation Group	47	38,2	13	15	29	3	
30	(29)	DAE Capital	47	4,4	2	16	31		
32	(0)	Jackson Square Aviation	46	411,1	37	6	40		
33	(29)	Amentum Capital	44	(2,2)	(-1)	13	26	5	
34	(24)	Aircraft Leasing & Mgmt	42	(20,8)	(-11)	2	34	6	
34	(36)	Jetscape	42	55,6	15		9	31	2
34	(32)	Penerbangan Malaysia	42	(2,3)	(-1)	24	18		
37	(29)	Banc of America Leasing	41	(8,9)	(-4)	8	23	3	7
37	(32)	GOAL	41	(4,7)	(-2)	2	4	14	21
39	(0)	AerSale	38	15,2	5	16	22		
39	(35)	VTB-Leasing	38	8,6	3	14	22	2	
41	(37)	Doric Asset Finance	27	17,4	4	21	6		
42	(38)	Showa Leasing	24	14,3	3		10	4	10
43	(46)	VEB-Leasing	22	83,3	10	13	5	4	
44	(50)	Investec Global Acft Fund	17	70,0	7	3	14		
45	(40)	Santos Dumont Acft Mgmt	16	0,0	0	2	14		

Continua

Continuação

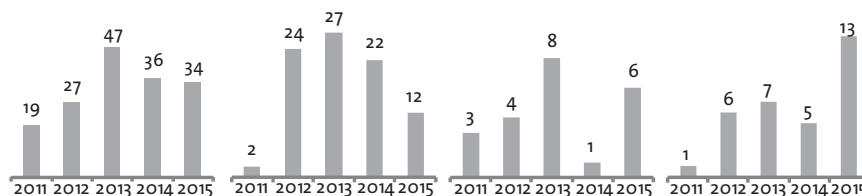
<i>Ranking</i> 2011	2010	Aircraft leasing company (ALC)	Frota total			Frota por tipo de aeronave			
			Nº de aeronaves	Variação	Variação unidades (+/-)	Fuselagem larga	Fuselagem estreita	Jatos regionais	Turbo- hélices
45	(44)	Veling	16	23,1	3	14			2
47	(44)	Aircraft Purchase Fleet	15	15,4	2		15		
48	(40)	Lease Corporate Int'l	13	(18,8)	(-3)	11	2		
49	(0)	Hong Kong Int'l Avtn Lsg	12	33,3	3	4		8	
50	(47)	Avequis	11	0,0	0	4	7		
		Total	7.129	4,3	+296	1.205	5.107	604	213

Fonte: Hamilton (2012).

ANEXO 2

Exemplo dos indicadores operacionais fundamentais para quatro ALC

Empresa	AerCap	Aircastle	Air Lease	FLY Leasing
Sigla	ERA	AYR	AL	FLY
Número de aeronaves próprias	272	134	56	60
Idade das aeronaves (média ponderada)	5,5 anos	10,7 anos	3,5 anos	8,1 anos
Prazo remanescente de <i>leasing</i> (média ponderada)	6,0 anos	4,7 anos	5,9 anos	4,5 anos
Número de arrendatários (<i>lessees</i>)	111	63	37	34
Número de países	52	34	22	23
Principal fabricante/fornecedor de aeronaves	Airbus (69%)	Boeing (58%)	Boeing (53%)	Boeing (55%)
Aeronaves passageiros X cargueiros	99%/1%	69%/31%	100%/0%	97%/3%
Concentração geográfica (> 20% da receita)	Europa (49%), Ásia/Pacífico (26%)	Europa (46%), Ásia (24%)	Europa (55%), Ásia/Pacífico (21%)	Europa (46%), América do Norte (22%), Ásia/Pacífico (19%)
Três maiores clientes	Aeroflot Russian Airlines (10%), TUI Aviation (7%), Air France (3%)	Emirates, Martinair, HNA Group	Air Berlin (27%), Air France (15%)	Spicejet, US Airways, Virgin America
Controlador/fundo investimento	Waha Capital/ Cerberus 20% 19%	Fortress 22%	Leonard Green, Ares Mgmt 7%	Babcock & Brown 5%



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de J. P. Morgan (2011).

ANEXO 3

Anatomia de um *leasing* de aeronaves

A cada nova aeronave que será arrendada, as ALC realizam simulações a fim de avaliar o retorno da operação. Um modelo usualmente aplicado é apresentado, de forma resumida, a seguir.

Inicialmente, devem ser estabelecidas as premissas de avaliação conforme: o arrendatário, as taxas de arrendamento que estão sendo praticadas nos mercados em que atuará, o valor do ativo, as condições de financiamento obtidas, entre outros aspectos relevantes.

No modelo a seguir, formulado pelo Deutsche Bank, foram adotadas as seguintes premissas:

- valor de mercado da aeronave no início do *leasing*: US\$ 29,2 milhões;
- prazo do contrato de *leasing*: cinco anos
- valor do financiamento: 75% do valor da aeronave no início do *leasing*;
- taxa de depreciação da aeronave: 3,4% a.a. (correspondente ao prazo de depreciação de 25 anos que é geralmente utilizado);
- valor residual ao fim do período de depreciação: 15% do valor original;
- taxa de amortização do financiamento: 2,5% a.a., ou seja, um financiamento de cinco anos com previsão de refinanciamento ao fim ou o pagamento integral do saldo devedor.

Quadro Sinótico 1

Ano	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Valor do ativo no início do <i>lease</i> (em milhões de US\$)	29,20	28,20	27,20	26,20	25,20
Valor financiado (saldo devedor)	21,90	21,17	20,44	19,71	18,98
Valor do investimento (<i>equity</i>)	7,30	7,03	6,76	6,49	6,22

Observe-se que, como o valor do financiamento é de 75% do valor do ativo, o investidor (*equity*) necessitará investir inicialmente US\$ 7,3 milhões. Com o passar dos anos, a participação do investidor vai diminuindo

em função da depreciação do bem em uma taxa superior à da amortização do financiamento.

Uma vez conhecidas as premissas anteriores, o arrendador pode então calcular o retorno econômico-financeiro esperado da operação levando em conta as condições praticadas no mercado. No caso em questão, considera-se que:

- *lease rate factor*: 0,96% a.m.;
- valor mensal do *leasing* (aluguel) da aeronave: US\$ 280 mil;
- taxa de juros do financiamento: 4% a.a.;
- impostos incidentes sobre o lucro obtido na operação: 10% (esta taxa varia conforme a legislação de cada país e, em alguns, existem condições especiais, tais como depreciação acelerada do bem, redução da taxa para arrendamento de aeronaves, entre outros benefícios fiscais);
- despesas com vendas, gerais e administrativas (SG&A): 1,5% a.a. do valor da aeronave.

O Quadro Sinótico 2 mostra, de forma simplificada, a avaliação do retorno da operação.

Quadro Sinótico 2

Ano	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita anual dos aluguéis (arrendamentos)	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
(-) Depreciação anual	(0,99)	(0,99)	(0,99)	(0,99)	(0,99)
(-) Despesas com vendas, gerais e administrativas (SG&A)	(0,44)	(0,44)	(0,44)	(0,44)	(0,44)
= EBIT (lucro antes dos impostos e despesas com juros e encargos financeiros)	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97
(-) Despesas com juros	(0,88)	(0,85)	(0,82)	(0,79)	(0,76)
= Lucro antes dos impostos	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21
(-) Impostos (10%)	(0,11)	(0,11)	(0,12)	(0,12)	(0,12)
= Lucro líquido	0,98	1,01	1,04	1,06	1,09

Pelo que se pode verificar, o lucro esperado durante os cinco anos do prazo da operação de *leasing*, sem se considerar uma eventual recomercialização da aeronave ou sua valorização no mercado, chega a US\$ 5,18 milhões; ou seja, 71% do valor investido inicialmente pelo arrendador. Este é apenas o retorno obtido pelo arrendador com a atividade de *leasing* da aeronave.

Além disso, há a possibilidade de recuperação de US\$ 6,22 milhões (equivalentes ao valor do *equity* no fim do período de cinco anos), correspondentes à diferença entre o valor contábil da aeronave (US\$ 25,2 milhões) e o saldo devedor do financiamento (US\$ 18,98 milhões). Dessa forma, os investidores terão um patrimônio avaliado em US\$ 11,4 milhões.

Considerando-se que o investimento inicial foi de US\$ 7,3 milhões e que o patrimônio total no fim de cinco anos é de US\$ 11,4 milhões, o investidor teve um ganho econômico líquido de US\$ 4,1 milhões em cinco anos (56,16% sobre o investimento inicial).

Pela ótica do fluxo de caixa, o retorno esperado na operação chega a ser ainda maior, porque a depreciação do bem deduzida na apuração do lucro líquido não representa efetiva saída de caixa. O Quadro Sinótico 3 demonstra o retorno financeiro da operação de *leasing*.

Quadro Sinótico 3

Ano	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Lucro líquido	0,98	1,01	1,04	1,06	1,09
+ Depreciação da aeronave	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
(-) Amortização do financiamento	(0,73)	(0,73)	(0,73)	(0,73)	(0,73)
= Geração de caixa livre no período	1,25	1,27	1,30	1,33	1,35

A geração livre de caixa no período é de US\$ 6,5 milhões. Com isso, o investidor que aplicou US\$ 7,3 milhões de investimento inicial, com expectativa de US\$ 6,22 milhões correspondente ao valor do *equity* após cinco anos, terá um retorno líquido de US\$ 5,42 milhões ao fim do *leasing*. Ou seja, um rendimento a uma taxa média de 19,31% a.a., não se considerando eventuais rendimentos com a aplicação desse fluxo de caixa em outras operações.

O Quadro Sinótico 4 exibe as taxas de retorno esperadas a cada ano.

Quadro Sinótico 4

Ano	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Margem EBIT (EBIT/receita) (%)	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9
Margem líquida (LL/receita) (%)	28,9	29,7	30,5	31,3	32,0
Retorno sobre o ativo antes dos impostos (%)	6,7	7,0	7,2	7,5	7,8
Retorno sobre o investimento (LL/equity) (%)	13,5	14,4	15,3	16,4	17,5
Retorno de caixa sem investimento (FC/equity) (%)	17,1	18,1	19,2	20,4	21,7

Pelo exposto, o retorno advindo de uma operação de *leasing*, nessas premissas, representa um investimento de alto retorno, muito acima da média dos mercados financeiros e com menores riscos envolvidos. O grande risco envolvido está no valor residual da aeronave no fim do contrato e na necessidade de recolocação desta em outra companhia, riscos inerentes ao mercado de comercialização de aeronaves.

Fonte: Adaptado de estimativas do Deutsche Bank – Aircraft Lessor Initiation, Global Market Research, Deutsche Bank, 8 set. 2012.

* O modelo desconsidera eventual apreciação do ativo; valor de mercado no ano 5 = valor contábil.

Referências

AIRFINANCE JOURNAL. *Regional Airlines, Beyond the Banks*. Issue 350, jun. 2012, p. 30-31.

CLARK, P. *Buying the Big Jets – fleet planning for airlines*. 2.ed. Inglaterra: Ashgate Publishing Ltd, jun. 2007, p. 231.

CUMBERLIDGE, B. Asset Management and Remarketing, KV Aviation. In: EUROPEAN SCHOOL OF INTERNATIONAL AVIATION FINANCE 2010. Euromoney, Dorking, Surrey, Reino Unido, 7-9 jul. 2010.

DEUTSCHE BANK. Aircraft Lessor Initiation. *Global Markets Research*. Nova York: Deutsche Bank, 8 set. 2011.

HAMILTON, S. Through the haze. *Airline Business*, v. 26, n. 2, fev. 2010, p. 40-43.

_____. Taking Stock. *Airline Business*, v. 28, n. 2, fev. 2012, p. 44-50.

HANNAHS, S. S. *Hannahs: Depoimento concedido à Airline Business* [fev. 2012]. Entrevistador: S. Hamilton. Taking Stock. *Airline Business*, v. 28, n. 2, fev. 2012, p. 44-50.

J. P. MORGAN. *Aircraft Leasing. North America Corporate Research*. Nova York: J. P. Morgan, 31 mai. 2011.

MORGAN STANLEY. Airlines – Aircraft Leasing Initiation: Favor Growth over Value; Top Pick Air Lease (AL). *Morgan Stanley Research North America*. Nova York: Morgan Stanley, 5 jan. 2012.

PEARMAN, M. Aircraft Market Update. In: 12TH ANNUAL EUROPEAN AIRFINANCE CONFERENCE. *Proceedings...* Euromoney, Dublin, 19-21 jan. 2010.

SCHERER, S. Metamorphosis of Aircraft Finance, Boeing Capital Corporation. In: 12TH EUROPEAN AIRFINANCE CONFERENCE. *Proceedings...* Euromoney, Dublin, 19-21 jan. 2010.

VERMEULEN, E. P. *Lessor See-through Thoughts*. In: OPERATING LEASE MARKET COURSE, Air Business Academy, Toulouse (França), 25 abr. 2012.

WEIJER, J. E. *An analysis of export credit support in commercial aircraft financing*. Dissertação de Mestrado – Air Transport Group, School of Engineering, Cranfield University, Cranfield, set. 2007.

ZIMMER, T; THOMPSON, D. Operating Leases: Explanation & Update. In: NEW YORK SCHOOL OF INTERNATIONAL AVIATION FINANCE, Euromoney, Nova York, 15-17 abr. 2009.

Equipamentos e tecnologias para saúde: oportunidades para uma inserção competitiva da indústria brasileira

André Landim
Renata Gomes
Vitor Pimentel
Carla Reis
João Paulo Pieroni*

Resumo

A indústria de equipamentos médicos atravessa um período de intensas mudanças. A crescente pressão de custos nos sistemas de saúde vem direcionando a introdução de inovações de melhor custo-efetividade. Ao mesmo tempo, a ampla utilização de tecnologias da informação e comunicação e a maior importância dos mercados emergentes contribuíram para a criação de novos modelos de negócio e de oportunidades para o reposicionamento dos países nas cadeias globais de valor. Esse contexto condiciona a evolução da indústria brasileira de equipamentos médicos, cuja estrutura produtiva e tecnológica é bastante heterogênea. Por essa razão, este trabalho busca aprofundar a compreensão de quatro segmentos selecionados da indústria – diagnóstico *in vitro*, diagnóstico por imagem, implantes e eletromédicos –, com o objetivo de identificar oportunidades para uma inserção mais competitiva da indústria brasileira.

* Respectivamente, engenheiro, engenheira, economista, economista e gerente do Departamento de Produtos Intermediários Químicos e Farmacêuticos da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem o apoio de pesquisa a Mario Jorge Fernandes e os comentários de Pedro Palmeira.

Introdução

A indústria de equipamentos e dispositivos médicos atravessa um período de intensas mudanças. As transições epidemiológica e demográfica, ao mesmo tempo em que representam uma oportunidade de mercado, impõem uma importante restrição orçamentária às políticas públicas e privadas de saúde no mundo. A introdução de um novo equipamento médico traduzido nas avaliações de custo-efetividade torna-se a variável-chave da inovação no mercado de saúde.

As políticas de contenção de gastos dos governos e das operadoras de saúde em todo o mundo contribuíram, nos últimos anos, para a estagnação do mercado de equipamentos médicos em países desenvolvidos. A metástase da crise mundial provocou, ainda, uma considerável redução das fontes de financiamento e de capital de risco nas regiões centrais, pondo em xeque a estratégia de crescimento da indústria, baseada na contínua introdução de inovações tecnológicas no mercado.

Motivadas pelas necessidades de redução de custos e de ampliação da presença nos promissores mercados emergentes, as principais empresas do setor iniciaram um movimento global de consolidação, marcado por um crescente número de aquisições de pequenas e médias empresas detentoras de ativos estratégicos, como produtos e plataformas tecnológicas inovadoras ou mesmo acesso a canais de distribuição e força de vendas qualificada.

Paralelamente, a necessidade de uma coordenação mais eficaz das cadeias de valor da indústria vem contribuindo para uma reorganização das atividades produtivas e, em menor medida, de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de equipamentos médicos em âmbito global. A busca pela competitividade provocou a terceirização de algumas das etapas da produção de equipamentos médicos, assim como a proliferação de serviços tecnológicos e de suporte como parte de modelos de negócio de determinados segmentos.

Esse processo se reflete na indústria brasileira. Um movimento inédito de aquisições e instalação de plantas produtivas vem sendo observado no mercado interno, ampliando a importância do país nas estratégias globais dessas companhias.

A indústria brasileira de equipamentos médicos é formada, em geral, por pequenas e médias empresas. Embora a limitação de porte dificulte a competitividade em determinados segmentos de alta tecnologia, há empre-

sas no Brasil que obtiveram sucesso no desenvolvimento de equipamentos com boa relação custo-efetividade, adequados às necessidades de saúde no país e com elevado potencial para exportação.

Embora o Brasil tenha diversas políticas de apoio ao desenvolvimento da indústria de equipamentos médicos, a análise do setor é complexa em função da enorme diversidade de produtos existentes, que abrange desde produtos tecnologicamente sofisticados, como os de ressonância magnética, até os mais simples materiais de consumo. Assim, a efetividade das estratégias para captação das oportunidades oferecidas pelo mercado depende da definição de prioridades, levando em consideração o estágio competitivo da indústria, as demandas atual e futura e as principais tendências tecnológicas.

Esses fatores podem subsidiar a definição de políticas para a atração de investimentos externos e a formação de competências locais que possam induzir o desenvolvimento em diferentes segmentos da indústria de equipamentos médicos. Entre esses, buscou-se aprofundar no entendimento de quatro segmentos selecionados da indústria brasileira – diagnóstico *in vitro*, diagnóstico por imagem, implantes e eletromédicos. Dada sua importância transversal, discute-se ainda o papel das tecnologias de informação e comunicação na indústria.

O principal objetivo deste trabalho, portanto, é identificar oportunidades nos diferentes segmentos da indústria de equipamentos médicos. Para isso, além de revisão bibliográfica, a equipe do BNDES realizou um extenso conjunto de entrevistas com relevantes atores da indústria de equipamentos médicos no Brasil, entre eles: Ministério da Saúde, Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios (Abimo) e empresas dos segmentos detalhados.

O texto encontra-se assim dividido: depois desta introdução, são apresentados os condicionantes da demanda por saúde e sua influência sobre a indústria de equipamentos médicos. A seção seguinte exhibe um panorama geral da indústria. A quarta descreve os principais segmentos, seus fatores de competitividade e as principais tendências tecnológicas. A quinta seção discute o arcabouço de políticas públicas para a indústria de equipamentos médicos no país, e a sexta aborda o apoio do BNDES à indústria. Por fim, a última seção propõe um conjunto de prioridades para maior inserção competitiva da indústria brasileira de equipamentos médicos.

Condicionantes e tendências da demanda

Apesar da frequente referência à indústria de equipamentos médicos como uma única indústria, o sentido de singularidade é, nesse caso, inexistente. É possível definir, dentro do que se entende por “equipamentos médicos”, uma grande diversidade de indústrias, com atores, bases técnicas, fatores de competitividade e modelos de negócio próprios.¹

Seu elemento comum é a demanda, na medida em que o objetivo final de todos os produtos da indústria de equipamentos médicos é atender às necessidades de saúde da população. Dessa forma, sua dinâmica é determinada por fatores epidemiológicos e demográficos.

Observa-se que o desenvolvimento econômico tende a diminuir a incidência de enfermidades associadas às condições precárias de vida, pois em geral amplia a oferta de saneamento básico, infraestrutura e educação. Como resultado, há diminuição da incidência de doenças transmissíveis (infectocontagiosas) e aumento de doenças não transmissíveis (crônico-degenerativas). Ao mesmo tempo, há tendência de reduzir as taxas de natalidade e mortalidade, aumentando a participação de idosos na população [Pimentel *et al.* (2012)].

Esse processo já se encontra em estágio avançado no Brasil – de forma que as doenças crônico-degenerativas já respondem por 64% das enfermidades, diante de 47% em países de renda média [OMS (2008)] –, cuja população de idosos deve ultrapassar a de jovens em 2030 (diante de 2045 na média do mundo). Assim, as características da população do país apontam para um crescimento consistente da demanda por bens e serviços de saúde e de seus custos associados.

Há uma correlação positiva entre o perfil epidemiológico e demográfico e a tendência global de aumento dos custos de saúde, pois as enfermidades crônicas não são, geralmente, curáveis e seu tratamento acompanha o paciente ao longo da vida. Conforme a Tabela 1, os gastos *per capita* com saúde vêm crescendo a uma taxa média sistematicamente superior à do aumento da renda *per capita*, com destaque para os países de renda média, nos quais as transições são mais acentuadas.

¹ Segundo o Global Harmonization Task Force (GHTF) (2012), um equipamento médico é “qualquer instrumento, aparato, implemento, máquina, utensílio ou material destinado a atuar no corpo humano, que não atinja seu objetivo principal unicamente por processos farmacológicos, imunológicos ou metabólicos”.

Tabela 1 | Custos crescentes em saúde: gasto com saúde e renda *per capita* (em US\$ de 2005) (Paridade Poder de Compra), em 1995 e 2009

	Gasto <i>per capita</i> com saúde			Renda <i>per capita</i>		
	1995	2009	CAGR (%)	1995	2009	CAGR (%)
Países de renda baixa*	25	57	6,1	695	1.100	3,3
Países de renda média	117	342	8,0	3.183	5.634	4,2
Países de renda alta	2.087	4.401	5,5	26.184	32.368	1,5
Mundo	456	944	5,3	7.003	9.457	2,2

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Banco Mundial, Databank.

* Segundo Banco Mundial, países de renda baixa, média e alta são, respectivamente, aqueles cuja Renda Nacional Bruta *per capita* em 2009 foi: inferior a US\$ 995, entre US\$ 996 e US\$ 12.195, e superior a US\$ 12.196. Nesse contexto, o Brasil se insere entre os países de renda média.

A tendência de longo prazo de crescimento dos custos de saúde é também consequência do deslocamento constante da fronteira tecnológica. Geralmente, as novas opções de tratamento exigem mão de obra mais qualificada, equipamentos mais avançados e infraestrutura dedicada. Na mesma direção, novas tecnologias de diagnóstico, quando adicionadas ao protocolo clínico, não implicam uma redução do número dos exames da tecnologia anterior [Bodenheimer (2005b)].

Com o crescimento dos custos, a incorporação tecnológica nos sistemas de saúde (públicos e privados) adquiriu mais relevância. As compras de novos equipamentos médicos vêm sendo precedidas de análises de custo-efetividade, visando à otimização da gestão dos recursos dos serviços de saúde. Nesse sentido, busca-se avaliar se os benefícios justificam o custo de acrescentá-los ao protocolo clínico.² Essa análise pode ser feita por agências governamentais, associações médicas, especialistas e até pela própria indústria.

Demanda de saúde no Brasil

No Brasil, optou-se pelo desafio de ter um sistema universal de saúde, consagrado em sua Constituição Federal. No entanto, a atual estrutura de financiamento apresenta um percentual maior de recursos privados (56%) do que públicos (44%), em um total de R\$ 289 bilhões de despesas em saúde

² Na análise de custo-efetividade, compara-se o custo e os efeitos sobre a saúde de diferentes tecnologias destinadas à mesma aplicação. Geralmente, os efeitos são expressos em unidades clínicas, epidemiológicas ou naturais, como o percentual de cura, número de enfermidades evitadas e tempo de sobrevida do paciente, enquanto os custos são expressos em unidades monetárias [Silva (2003)].

em 2010. Esse valor corresponde a 8% do total do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro [IBGE (2012)].

O Sistema Único de Saúde (SUS) é o único sistema de saúde no mundo que assiste na prática a mais de 100 milhões de pessoas. Sua organização político-territorial é baseada nos princípios da descentralização do poder decisório, da responsabilidade e dos recursos entre os entes da federação e da regionalização do atendimento.

O princípio da descentralização da gestão e dos recursos dos serviços públicos de saúde tem impacto direto na indústria de equipamentos médicos, pois dispersa a demanda em um grande número de instituições, como secretarias de saúde estaduais e municipais, além do próprio Ministério da Saúde. Cada um desses órgãos realiza suas compras de serviços, materiais e equipamentos individualmente, por meio de licitações próprias.

Do ponto de vista do financiamento, em geral, os serviços públicos de saúde são remunerados por procedimentos realizados. Essa prática dificulta a compreensão da estrutura de custos das unidades de saúde, já que os gastos associados aos equipamentos e materiais não são discriminados, com reflexos sobre a avaliação e a incorporação tecnológica de novos produtos.

No que se refere à saúde privada, o aumento da renda média e sua melhor distribuição proporcionaram um crescimento acelerado da adesão aos planos de saúde na última década; o número de usuários dobrou, passando de 25 milhões em 2000 para quase 50 milhões em 2012, chegando a um quarto da população brasileira. Já em valores, o mercado total de planos de saúde privados cresceu em média 13% a.a., entre 2007 e 2011, atingindo R\$ 84 bilhões [ANS (2012)].

A dinâmica das operadoras de saúde privadas tem impacto significativo no mercado de equipamentos médicos, em particular na demanda por produtos inovadores. O setor é considerado pouco concentrado, já que as nove maiores operadoras detêm 30% dos beneficiários de planos de assistência médica [ANS (2012)]. No entanto, nos últimos anos, observa-se um movimento de consolidação bastante acelerado: das quase 2 mil empresas registradas na Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) no início da década, há atualmente 1.138.

O crescimento dos mercados de saúde no Brasil vem chamando a atenção de atores internacionais. Em operação emblemática, a Amil, uma das

maiores empresas brasileiras do segmento, foi adquirida em 2012 pela norte-americana United Health Group (UHG) por R\$ 9,8 bilhões³ [Ennes (2012)].

A entrada de novos grupos no Brasil pode provocar mudanças na dinâmica do financiamento privado à saúde, com outros mecanismos de gestão e remuneração de procedimentos e exames. O pagamento por procedimento, presente nos sistemas público e privado brasileiros, por exemplo, incorporaria o pagamento por *performance*, ou seja, relacionado ao resultado obtido, o que depende em grande parte das características do equipamento utilizado. Outra possibilidade, a atribuição de graus de complexidade a um mesmo procedimento, amplia a necessidade de diagnósticos mais precisos. Entretanto, a incorporação dessas novas práticas no Brasil depende de autorização por meio de norma da ANS [Bodenheimer (2005a); Ennes (2012)].

Nesse contexto, a necessidade de desenvolver equipamentos com melhores relações de custo-efetividade representa uma oportunidade para o reposicionamento de empresas, principalmente para a criação de produtos adaptados às realidades locais – culturais, financeiras, epidemiológicas e logísticas. Para tanto, é necessário discutir a estrutura, o padrão de concorrência e de inovação na indústria.

Estrutura e dinâmica da indústria

O mercado mundial de equipamentos médicos dobrou na última década, atingindo cerca de US\$ 325 bilhões em 2011. A expectativa é de um elevado crescimento, principalmente nos países emergentes, que devem exibir taxas de 15% a.a. nos próximos cinco anos em razão das mudanças demográficas e epidemiológicas em curso [Evaluate Pharma (2012); PRTM (2011)].

Pelo lado da oferta, as principais empresas com atuação global têm como origem os países desenvolvidos (Tabela 2). Os produtores norte-americanos atendem a cerca de 50% do mercado, os europeus, 30%, e os japoneses, 10%. Tendo em vista a grande diversidade da indústria de equipamentos médicos, a lista das maiores empresas não sugere concentração de mercado. Entretan-

³ A Receita Operacional Bruta (ROB) da Amil, em 2011, foi de R\$ 9 bilhões, conforme relatório anual da empresa.

to, a estrutura de oligopólio é característica comum a todos os segmentos, quando analisados individualmente, conforme será abordado neste trabalho.

Tabela 2 | Maiores empresas de equipamentos e materiais médicos, em 2010 (em US\$ bilhões)

	Empresas	País	Vendas	Participação (%)
1	Johnson & Johnson	EUA	25,8	7,9
2	Siemens	Alemanha	17,5	5,4
3	Medtronic	EUA	16,2	5,0
4	Roche	Suíça	10,2	3,1
5	General Electric	EUA	9,7	3,0
6	Abbott Laboratories	EUA	9,6	3,0
7	Covidien	EUA	9,4	2,9
8	Philips	Holanda	9,1	2,8
9	Stryker	EUA	8,3	2,6
10	Boston Scientific	EUA	7,6	2,3
11	Novartis	Suíça	6,5	2,0
12	Becton Dickinson	EUA	6,5	2,0
13	B. Braun Melsungen	Alemanha	6,4	2,0
14	Baxter International	EUA	5,9	1,8
15	St. Jude Medical	EUA	5,6	1,7
16	Essilor Internacional	França	5,3	1,6
17	3M	EUA	4,8	1,5
18	Danaher	EUA	4,7	1,4
19	Olympus	Japão	4,4	1,4
20	Terumo	Japão	4,3	1,3
Total vinte maiores			177,8	54,7
Total			325,3	100,0

Fonte: Evaluate Pharma (2012).

Os Estados Unidos são, ao mesmo tempo, origem das maiores empresas de equipamentos médicos e o maior mercado consumidor desses produtos no mundo. A liderança competitiva de suas empresas se deve, por um lado, aos grandes incentivos à incorporação tecnológica que foram historicamente oferecidos pelo sistema de saúde local⁴ e, por outro, à habilidade das empresas de desenvolver equipamentos inovadores para os mercados doméstico e mundial.

⁴ O que também gerou um sistema de saúde oneroso e pouco inclusivo do ponto de vista de acesso à saúde. Também nos Estados Unidos, a discussão de custo-efetividade dos novos equipamentos ganha força, culminando nas recentes discussões da reforma de saúde.

Na média mundial, as empresas do setor investem mais de 6% de sua receita em P&D [Evaluate Pharma (2012); US International Trade Commission (2007)].

A inovação em equipamentos médicos tem por característica a intensa colaboração do usuário (*user-innovation*), aproximando-se do modelo de inovação em tecnologias da informação. Os médicos e demais profissionais que utilizam os equipamentos em sua rotina de trabalho constituem uma valiosa fonte de informação sobre reais necessidades clínicas e possíveis novas aplicações e adaptações de desenho.

Por essa razão, as grandes empresas buscam aproveitar suas estruturas de pós-venda e treinamento, visando, além do suporte aos equipamentos, ao acompanhamento e à coleta de novas informações vindas dos usuários. Em resumo, o relacionamento entre a indústria e a classe médica vai além do *marketing*, constituindo um elo fundamental de um círculo de inovação interativo [Ernst & Young (2010)].

Além disso, há uma crescente demanda dos hospitais por soluções integradas, utilizando as tecnologias da informação e comunicação (TIC). Assim, não basta apenas produzir um equipamento, é necessário também integrá-lo aos demais aparelhos e ao sistema de gerenciamento dos hospitais. Nesse contexto, insere-se o recente interesse das grandes companhias de equipamentos médicos pelas plataformas de desenvolvimento e produção com base em novas TIC, como a telemedicina.

O ciclo de inovação em equipamentos médicos é considerado curto, de cerca de 18 meses, principalmente se comparado aos dez anos que podem ser necessários para o desenvolvimento de um novo medicamento. O prazo reduzido para a introdução de um novo produto no mercado decorre, entre outros fatores, de um processo regulatório mais simples, que visa demonstrar a segurança e a conformidade das especificações dos equipamentos. Além disso, a menor efetividade das patentes como forma de proteção das tecnologias contribui para um ciclo mais rápido de lançamento e difusão da inovação [Ernst & Young (2010)].

A necessidade de redução de custos e de captura das oportunidades nos mercados emergentes contribuiu para o aprimoramento da gestão das cadeias de valor em nível global. As grandes companhias do setor vêm, cada vez mais, concentrando suas atividades em etapas de maior valor agregado

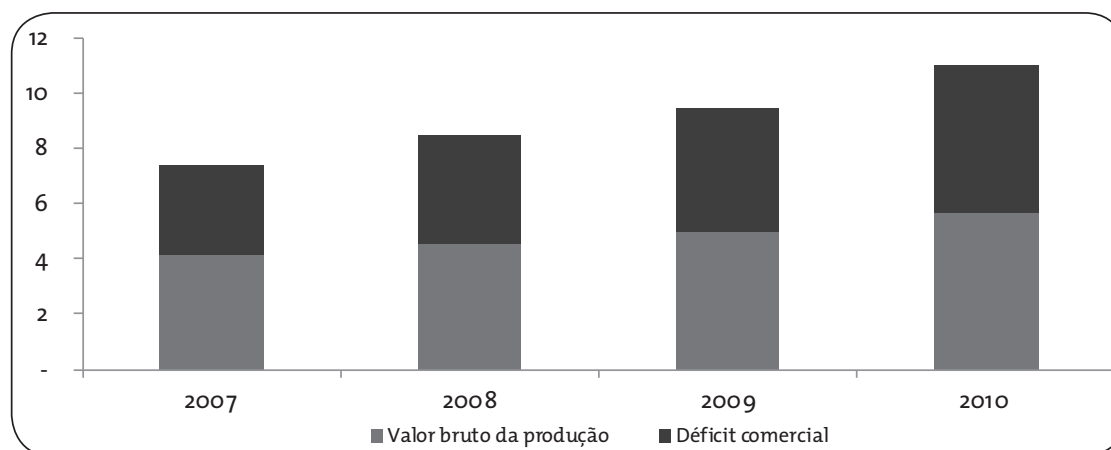
e em suas competências centrais, como o desenvolvimento tecnológico e os serviços de pós-venda.

Panorama da indústria no Brasil

No Brasil, o setor de equipamentos médicos é formado por mais de quinhentas empresas, a maioria (90%) de pequeno e médio porte, com faturamento inferior a R\$ 50 milhões. Do total de empresas, 70% dispõem de produção própria e menos de 10% dedica-se unicamente à importação de produtos. A maior parte das empresas (93%) tem controle de capital nacional [Abimo (2012)].

A dinâmica internacional da demanda, com crescimento expressivo nos países emergentes, e a estrutura da oferta, concentrada nos países desenvolvidos, refletem-se diretamente no Brasil. Do total do mercado nacional,⁵ que alcançou R\$ 11 bilhões em 2010, metade foi atendida pelos produtores instalados no país e o restante pelas importações. Embora a produção local tenha crescido de forma expressiva (11% a.a.) no período, o avanço do déficit comercial foi ainda mais acelerado (19% a.a.), conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 | Consumo aparente de equipamentos médicos no Brasil, 2007-2010 (em R\$ bilhões correntes)



Fontes: IBGE e Secex.

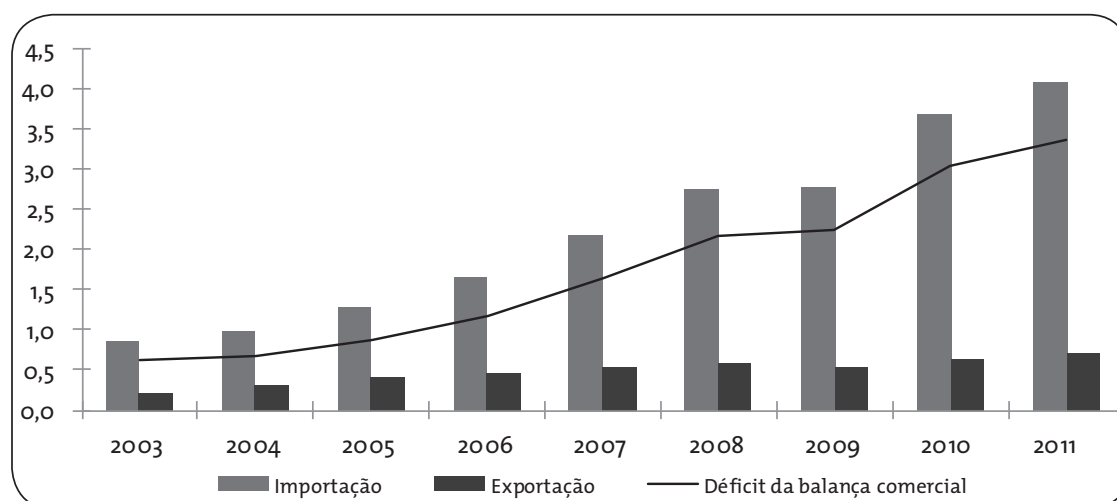
⁵ A demanda nacional foi estimada com base no conceito de consumo aparente, em que o valor bruto da produção industrial (Cnae 26.6 e 32.5) é somado às importações e subtraído das exportações, com valores em reais convertidos pela taxa de câmbio média do ano, com base em dados da PIA/IBGE e da Secex/Abimo.

O peso crescente das importações no atendimento à demanda doméstica pode ser explicado, em parte, pela menor densidade tecnológica da produção brasileira. A participação dos aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e dos equipamentos de irradiação (Cnae 26.5), geralmente compostos por produtos de maior valor agregado, é inferior a 20% do total do valor bruto da produção no Brasil [IBGE (2009)].

A frágil inserção competitiva do Brasil, associada ao aumento da demanda interna, provoca o crescimento acelerado das importações, cuja média foi de 22% a.a. entre 2003 e 2011 (Gráfico 2). No entanto, como será abordado nas seções específicas, o Brasil conta com segmentos dinâmicos que vêm se capacitando e competindo em nível internacional, o que se expressa no crescente valor das exportações, em média 16% a.a. no mesmo período.

Mesmo concentrados em equipamentos médicos de menor intensidade tecnológica, os investimentos do setor⁶ em atividades internas de P&D (cerca de 2% da receita) são significativamente superiores à média da indústria de transformação brasileira (Gráfico 3). Todavia, esses valores estão aquém dos praticados pelas grandes companhias da indústria, nas quais a inovação tecnológica é um fator de competitividade preponderante.

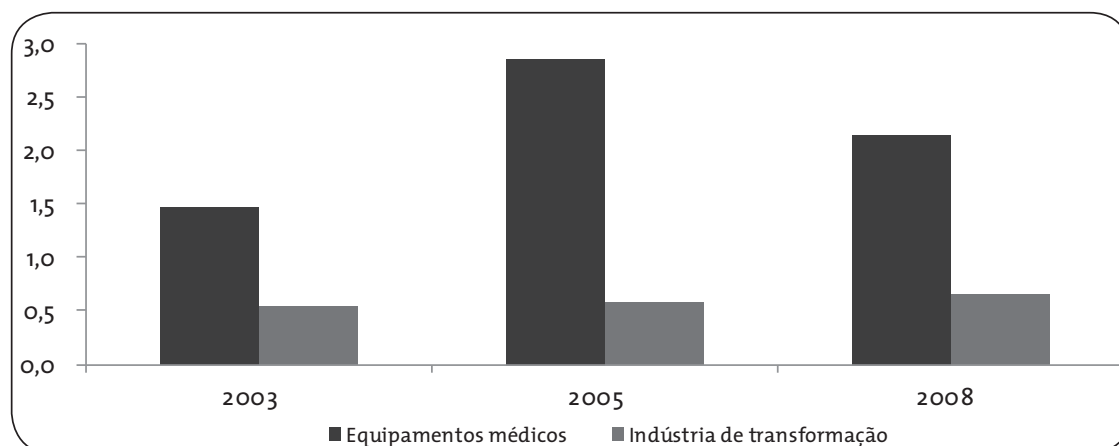
Gráfico 2 | Comércio exterior de equipamentos médicos, 2003-2011
(em US\$ bilhões)



Fontes: Abimo e Secex/MDIC.

⁶ Nesse caso, o setor de equipamentos médicos foi enquadrado no item “331. Fabricação de aparelhos e instrumentos para usos médico-hospitalares, odontológicos e de laboratórios e aparelhos ortopédicos” da Cnae/IBGE 1.0.

Gráfico 3 | Investimentos em P&D no Brasil como percentual da receita líquida de vendas, 2003-2008 (em %)



Fonte: Pintec/IBGE.

A mudança de inserção das empresas multinacionais no Brasil, com a instalação de plantas industriais e aquisições de empresas nacionais, amplia a pressão competitiva no país. Embora as atividades de P&D ainda se concentrem nos países de origem, esse movimento abre oportunidades para um maior adensamento da cadeia de fornecedores no Brasil, com capacitação e produção local de insumos e componentes.

Segmentos da indústria de equipamentos médicos

Esta seção, considerando a diversidade da indústria de equipamentos médicos, dedica-se a detalhar aspectos da estrutura e da dinâmica competitiva de segmentos selecionados, com objetivo de identificar tendências e oportunidades para a indústria brasileira. Para efeitos deste estudo, foram escolhidos quatro segmentos da indústria de equipamentos e dispositivos⁷ médicos.⁸

- Diagnósticos *in vitro*
- Diagnósticos por imagem
- Implantes
- Eletromédicos

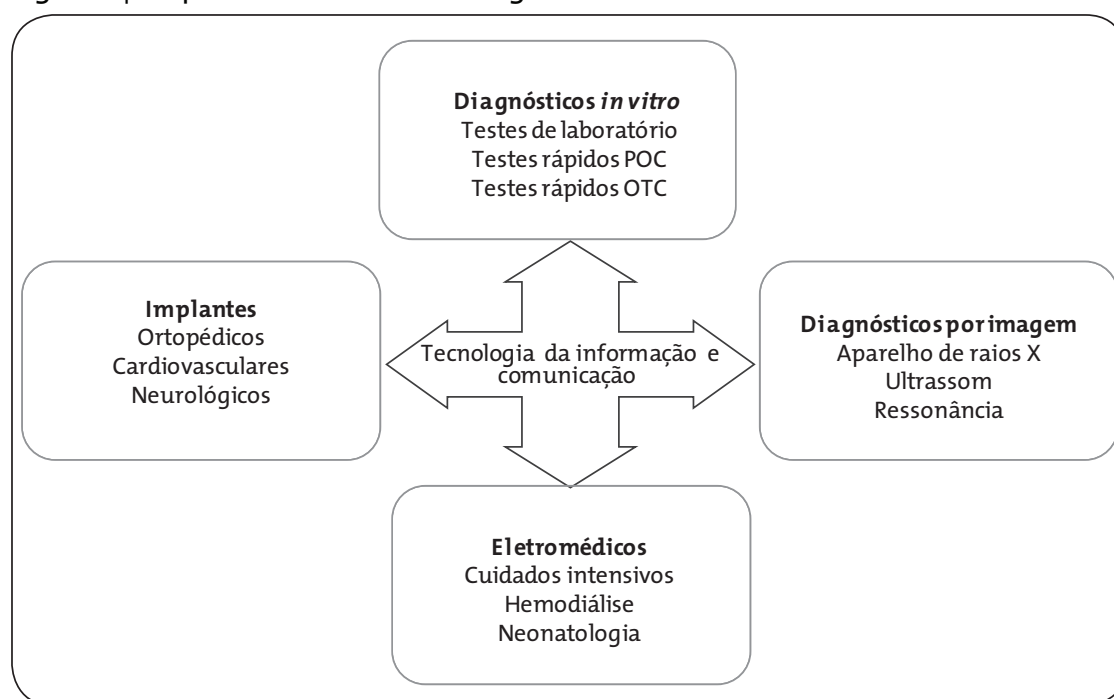
⁷ Para efeitos deste estudo, o termo “dispositivo médico” é utilizado com o objetivo de representar produtos portáteis e implantáveis, entre outros.

⁸ As definições da indústria de equipamentos médicos e da cobertura de produtos e serviços associados apresentam uma grande variabilidade. Para uma avaliação mais adequada das cadeias de valor, optou-se, neste trabalho, pela adoção da classificação utilizada em Little (2005).

Por sua importância transversal para a indústria, as TIC foram abordadas em uma seção específica. A Figura 1 mostra exemplos de equipamentos inseridos em cada um dos segmentos selecionados.

A seleção adotada abrange um conjunto menor de segmentos se comparada ao universo incluído na Abimo. No presente artigo, procurou-se enfatizar a área médico-hospitalar, cuja cadeia produtiva é menos estruturada no Brasil, demandando uma atuação mais assertiva das políticas públicas. Para todos os segmentos abordados, buscou-se discutir o mercado, a estrutura da indústria e as principais tendências tecnológicas em âmbito internacional, para, a partir de então, discutir o posicionamento e o estágio competitivo do segmento no Brasil.

Figura 1 | Dispositivos médicos em segmentos selecionados



Fonte: Elaboração própria.

Diagnósticos *in vitro*

Estrutura da indústria e tendências tecnológicas

O segmento de diagnósticos *in vitro*⁹ inclui reagentes e materiais para diagnóstico e equipamentos para análise de amostras do organismo huma-

⁹ Expressão que designa os processos biológicos que ocorrem em laboratório, fora dos sistemas vivos.

no, como sangue, urina e tecidos, tendo como finalidade o diagnóstico de doenças e de condições clínicas. Com um mercado global de US\$ 47,6 bilhões em 2011, o segmento de diagnósticos *in vitro* é o maior da indústria de equipamentos e dispositivos médicos [Vision Gain (2012)].

O mercado de diagnósticos *in vitro* pode ser dividido em testes de laboratório e testes rápidos. O subsegmento de laboratório envolve os equipamentos (analisadores) e reagentes utilizados em unidades clínicas especializadas, respondendo por cerca de 80% do mercado global. Os testes rápidos incluem diversos exames disponíveis também em laboratório, podendo ser conduzidos por profissionais de saúde no local do atendimento (*point-of-care* – POC)¹⁰ ou adquiridos em farmácias e realizados pelos próprios pacientes (*over the counter* – OTC) [Little (2005)].

A introdução de novos testes para diagnóstico *in vitro* é realizada, em geral, em ambiente de laboratório, por causa da necessidade de um melhor controle de parâmetros, do uso de equipamentos de leitura e detecção mais potentes e da disponibilidade de pessoal especializado para interpretação dos resultados. Os testes de maior complexidade são realizados exclusivamente em laboratório, o que corresponde àqueles que envolvem biologia molecular,¹¹ marcadores tumorais e sequenciamento de ácido desoxirribonucleico (DNA), por exemplo.

Os testes rápidos, por sua vez, surgem para os exames mais tradicionais, pois seus resultados devem ser de fácil leitura e interpretação. Baseiam-se, em certa medida, nas reações químicas já realizadas em laboratório, e o principal desafio é a apresentação de resultados que sejam ao mesmo tempo precisos e compreensíveis ao público não especializado.

Por esse motivo, alguns testes rápidos são indicativos, não sendo capazes de substituir seu equivalente realizado em laboratório. Hoje, estão disponíveis testes rápidos de balcão (OTC) para gravidez, glicose, colesterol e urina. Já os testes rápidos de POC cobrem, geralmente, uma gama de aplicações de complexidade intermediária, como os marcadores cardíacos, as doenças infecciosas e o uso de substâncias entorpecentes.

A oferta no segmento de diagnósticos *in vitro* é bastante concentrada, sendo as cinco maiores companhias responsáveis por 70% do mercado

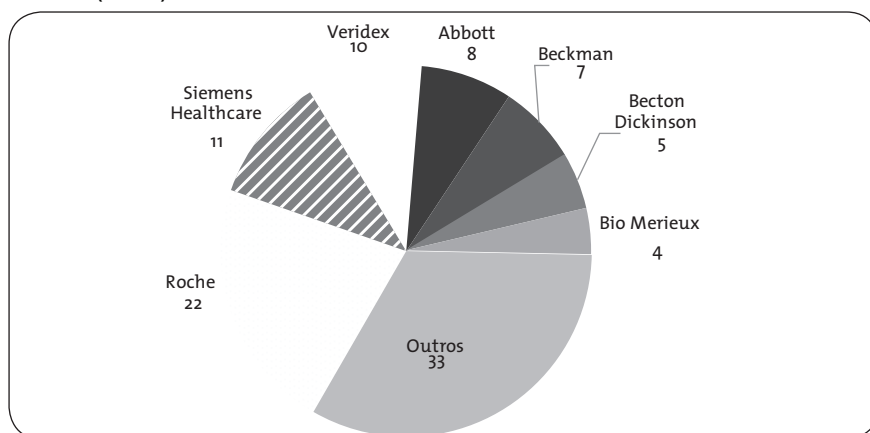
¹⁰ Testes do tipo *point-of-care* (POC) são aqueles realizados por profissionais de saúde no local onde o paciente recebe o atendimento. Eles oferecem resultados rápidos, qualitativos ou semiquantitativos.

¹¹ Compreende o emprego de técnicas moleculares visando à identificação de DNA de agentes causadores de diversas doenças infectocontagiosas, mutações genéticas, testes de paternidade, entre outros.

global. O Gráfico 4 expõe a participação de mercado das principais companhias do segmento.

As companhias líderes de mercado têm forte atuação na área de laboratório. O modelo de negócios é baseado na venda de reagentes e materiais, sendo os equipamentos oferecidos a preços baixos, alugados ou cedidos para as empresas prestadoras de serviços de diagnóstico. Esse modelo permite a negociação de sistemas analíticos completos, garantindo um grande diferencial competitivo. Os reagentes são responsáveis pela geração da maior parcela das receitas, em função da constante necessidade de reposição [Little (2005)].

Gráfico 4 | Participação de mercado do segmento de diagnósticos *in vitro*, em 2011 (em %)



Fonte: TechNavio (2011).

Já o mercado de testes rápidos dobrou entre 2003 e 2009, atingindo cerca de US\$ 13,5 bilhões e exibindo altas taxas de crescimento (10% a.a.), principalmente em marcadores cardíacos (15%) e testes de glicose (15%). Em uma perspectiva global, estima-se que os testes rápidos representam cerca de 15% do mercado de diagnóstico *in vitro*, podendo chegar a 30% em países de maior renda.

A dinâmica do mercado de testes rápidos OTC está relacionada ao crescimento das vendas de testes para medição das taxas de glicose em pacientes com diabetes. Na área de POC, o avanço está relacionado à utilização destes nas unidades de cuidado intensivo de saúde, principalmente para marcadores cardíacos.

O principal diferencial dos testes rápidos é permitir a redução dos custos de saúde, estimulando o desenvolvimento e a adoção desses produtos nos mercados [Cardiogenics (2011) e Kalorama (2010)]. Outros fatores que contribuem para sua difusão incluem a possibilidade de diagnóstico de doenças infecciosas e a necessidade de monitoramento de indivíduos portadores de doenças crônicas.

As barreiras de entrada no segmento de diagnósticos *in vitro* variam em função da especialização de mercado. São elevadas para diagnósticos em laboratório em função da alta tecnologia embarcada nos equipamentos,¹² do modelo de negócios, que exige elevada disponibilidade de capital, e da necessidade de um portfólio amplo para melhor posicionamento em relação aos prestadores de serviço de diagnóstico.

Por sua vez, as barreiras de entrada na área de testes rápidos são mais baixas, principalmente em razão da menor necessidade de capital. Mais de setenta companhias atuam nessa área em todo o mundo, e as trinta maiores são responsáveis por 90% do mercado. Além da presença das grandes companhias do setor, como Roche e Abbott, existem empresas especializadas, com destaque para Alere e Cardiogenics. Há, ainda, um movimento de consolidação em curso: cerca de 15 aquisições dos últimos anos envolveram empresas com atuação na área de testes rápidos, com valor superior a US\$ 2 bilhões [PWC (2012) e GBI Research (2012)].

Duas tendências recentes abrem oportunidades para o desenvolvimento de tecnologias e dispositivos do tipo POC: a primeira se relaciona com a crescente pressão para redução do tempo de permanência de pacientes nos hospitais, incluindo o período de espera entre a coleta de amostras para diagnósticos e a liberação de resultados para definição do tratamento; e a segunda, com a busca pela ampliação da oferta de testes oferecidos em consultórios e laboratórios clínicos de menor porte, em especial fora das grandes cidades.

Atualmente, os exames de diagnóstico *in vitro* são responsáveis por mais da metade das decisões clínicas no mundo, embora respondam por apenas 2% dos gastos em saúde, o que indica haver espaço para avanço no segmento.

¹² Esses equipamentos são capazes de realizar análises complexas de diferentes parâmetros, em grande escala, em um curto espaço de tempo.

Competitividade e oportunidades do segmento no Brasil

No Brasil, o mercado de diagnósticos *in vitro* atingiu cerca de US\$ 950 milhões em 2011 – o segundo maior entre os países emergentes, atrás apenas da China (US\$ 2,2 bilhões) [Global Data (2012)]. De acordo com a Câmara Brasileira de Diagnóstico Laboratorial (CBDL), 88% do mercado de diagnóstico *in vitro* no Brasil correspondem a laboratórios clínicos, outros 11% correspondem a bancos de sangue e apenas 1% é relacionado ao POC.

O mercado brasileiro é basicamente atendido por importações. Segundo estudo da Abimo, houve um aumento de 21% nas importações de reagentes e de 12% em equipamentos e aparelhos para análises químicas e físicas no ano de 2011. A Tabela 3 lista alguns dos principais produtos importados no segmento de diagnósticos *in vitro*.¹³

Tabela 3 | Principais produtos importados no segmento de diagnósticos *in vitro* (em US\$ milhões)

Diagnósticos <i>in vitro</i> /laboratório	2008	2009	2010	2011	2012
Reagentes de diagnóstico ou de laboratório	215	225	272	329	333
Instrumentos e aparato para análises e ensaios	112	109	134	150	146
Cromatógrafos (fase líquida e fase gasosa)	52	42	56	59	67
Fotômetros e espectrofotômetros	55	56	76	89	80
Calorímetros	17	13	15	21	15
Total	451	444	553	649	640

Fonte: Secex/MDIC.

As empresas nacionais na indústria de diagnósticos *in vitro* são, em sua maioria, de pequeno e médio porte, e suas atividades se restringem ao desenvolvimento e à venda de reagentes para utilização em equipamentos fabricados pelas grandes empresas. A atuação da indústria nacional é limitada à oferta de reagentes mais simples, utilizados em testes já comoditizados, como o Ensaio de Imunoabsorção Ligado a Enzima (Elisa)¹⁴ e a Reação de

¹³ Os dados de comércio exterior não são restritos ao segmento de diagnósticos *in vitro*. A lista inclui equipamentos e reagentes para uso em laboratório de maneira geral.

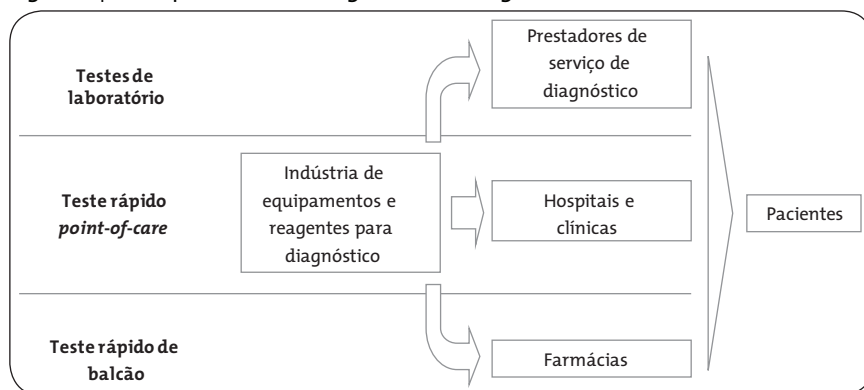
¹⁴ É um teste imunoenzimático baseado na identificação de anticorpos específicos no sangue por anticorpos marcados com uma enzima. Esse teste é usado no diagnóstico de doenças autoimunes e alergias, entre outras.

Polimerização em Cadeia (PCR).¹⁵ A oferta de reagentes e equipamentos para testes de maior complexidade é atendida, principalmente, por multinacionais, por causa da elevada especificidade tecnológica existente nesses casos.

Por outro lado, no mercado de serviços de diagnóstico existem empresas nacionais de grande porte, como Fleury e Hermes Pardini. Essas companhias possuem centros de coleta localizados em diversas regiões do território nacional e grandes centros de análise, nos quais é realizado um alto volume de testes. Em função da elevada capacidade para análise de amostras, essas empresas atendem ao SUS e aos laboratórios de menor porte, que terceirizam exames de maior complexidade, como de hormônios e testes envolvendo biologia molecular.

As grandes companhias nacionais de serviços de diagnóstico adquirem as soluções completas oferecidas pelas grandes companhias do segmento. Assim, a indústria nacional de diagnósticos atende, em geral, aos prestadores de serviços de menor porte, com atuação regional. A Figura 2 mostra os principais atores envolvidos na cadeia de valor de diagnósticos *in vitro* no país.

Figura 2 | Principais atores do segmento de diagnósticos *in vitro*



Fonte: Elaboração própria.

Nesse contexto, são identificadas três principais oportunidades para a inserção competitiva da indústria brasileira no segmento. A primeira consiste no direcionamento de esforços para a internalização da montagem de

¹⁵ É utilizada para identificação de patógenos que estão presentes em amostras para o diagnóstico de papiloma vírus humano (HPV), vírus da imunodeficiência humana (HIV) e Hepatite B. A PCR procura diretamente pelo DNA do micro-organismo, enquanto o teste Elisa procura anticorpos que o organismo possa ter produzido contra o micro-organismo.

equipamentos de menor porte para diagnósticos. Nesse caso, o aspecto regional é de grande relevância. Em razão da amplitude do território nacional, a cobertura das multinacionais é limitada em função das dificuldades logísticas para entrega de materiais e da necessidade de serviços associados a operação e manutenção dos equipamentos.

Uma segunda oportunidade seria a internalização de tecnologias para a fabricação de reagentes para testes de maior valor agregado, como marcadores tumorais e testes de biologia molecular. Estes últimos já representam cerca de 10% do mercado global de diagnósticos, e a expectativa é de que mais testes sejam lançados nos próximos anos em função da consolidação da biologia molecular como plataforma na medicina clínica [Kalorama (2011)].

Por fim, a estratégia que parece gerar melhores oportunidades é o estímulo ao desenvolvimento e à fabricação de testes rápidos no país, principalmente em POC. Sua oferta pode contribuir para a ampliação do acesso da população à saúde, sobretudo quando consideradas as dimensões continentais do país e a crescente demanda por diagnósticos fora dos grandes centros urbanos. Essa aposta se justifica em função da combinação de tecnologias, pelas boas perspectivas de mercado e pelas (ainda) baixas barreiras à entrada. Os testes rápidos são portáteis, de fácil utilização e não necessitam de conhecimento específico ou infraestrutura complexa para aplicação.

A análise das oportunidades para a indústria de diagnósticos *in vitro* deve considerar também a possível participação do setor de serviços. A existência de uma estrutura logística com acesso a regiões remotas e a agilidade inerente ao POC podem representar atrativos para a adoção desses dispositivos na área de serviços de diagnóstico.

Entretanto, existem desafios a serem superados para que a estratégia de desenvolvimento e fabricação de testes rápidos no país seja bem-sucedida. Além da questão tecnológica associada aos equipamentos e reagentes,¹⁶ as dificuldades recaem nas necessidades de integração de diferentes plataformas e do uso das TIC. É importante que os dispositivos possam ser integrados aos sistemas já existentes, uma vez que muitas das informações coletadas devem ser transmitidas para análise por médicos.

¹⁶ Existem barreiras tecnológicas ligadas ao microprocessamento e reagentes específicos para POC.

Da mesma forma, ainda há uma percepção de que os testes do tipo POC ainda têm custo mais elevado que os tradicionais testes de laboratório. O desafio, nesse caso, consiste no desenvolvimento de dispositivos custo-efetivos que atendam às necessidades de diagnóstico de maneira econômica. Esse aspecto é de grande relevância para a adoção de dispositivos de POC nos sistemas público e privado de saúde.

Diagnósticos por imagem

Estrutura da indústria e tendências tecnológicas

O segmento de diagnósticos por imagem engloba equipamentos de visualização interna do organismo humano sem utilização de métodos invasivos, com aplicações em diversas especialidades médicas, como cardiologia, oncologia, neurologia e dermatologia.¹⁷ As aplicações empregam diferentes tecnologias, como raios X, ultrassom, isótopos radioativos e ressonância magnética, além dos *softwares* de apoio para tratamento e interpretação das imagens [Mars Market Insights (2009)].

O mercado de diagnósticos por imagem está entre os três maiores de toda a indústria de equipamentos médicos, com um mercado global de US\$ 22 bilhões em 2011. As perspectivas de crescimento são positivas, já que o diagnóstico vem ganhando cada vez mais representatividade na indústria em função da crescente preocupação com a detecção precoce de doenças.

A estrutura de mercado do segmento é bastante concentrada: três grandes conglomerados (GE Healthcare, Philips e Siemens) são responsáveis por aproximadamente 75% do mercado mundial de diagnósticos por imagem. Em função das dificuldades no mercado de eletroeletrônicos de consumo e crescente proximidade do universo da área médica com a eletrônica, outros atores importantes, como as companhias japonesas Toshiba, Hitachi e Sony, estão ampliando sua atuação no segmento de diagnósticos por imagem¹⁸ [Markets and Markets (2011)].

¹⁷ Apesar da não utilização de métodos invasivos, podem ser utilizadas substâncias injetáveis (contrastes) para a melhor visualização e identificação de patologias.

¹⁸ A Sony, por exemplo, adquiriu, em 2010, as empresas norte-americanas de dispositivos médicos iCyt Mission Technology Inc. e Micronics. A Sony também está em negociações com a Olympus, fabricante japonesa de equipamentos médicos, para adquirir uma participação na empresa [Wakabayashi (2012)]

As barreiras à entrada no segmento de diagnósticos por imagem são altas, em função da elevada complexidade tecnológica inerente ao desenvolvimento de equipamentos de imagem e da significativa necessidade de capital. A manutenção da competitividade no segmento exige um substancial investimento em P&D, e a produção de componentes não estratégicos, de menor valor agregado é, em geral, terceirizada.

Apesar de promissor, o mercado de equipamentos e dispositivos para diagnóstico por imagem é relativamente maduro, de forma que a maior parte das vendas envolve novos equipamentos para substituição de sistemas antigos. A entrada de grandes companhias da área de eletroeletrônica pode contribuir para uma queda de preços ainda mais acentuada e a consequente deterioração das margens em nível global.

Produtos com alto conteúdo de eletrônica, como os equipamentos desse segmento, apresentam, em geral, elevado valor unitário (acima de R\$ 1 milhão). Entretanto, em função do aumento da concorrência e da baixa diferenciação entre os produtos das empresas líderes, o retorno da venda de equipamentos vem se reduzindo no decorrer do tempo. A Phillips, por exemplo, já atua com o modelo de aluguel de equipamentos na Holanda, oferecendo serviços de apoio e atualização tecnológica por um período de dez anos. Esse movimento vem contribuindo para uma crescente participação dos lucros em virtude dos contratos de serviços.

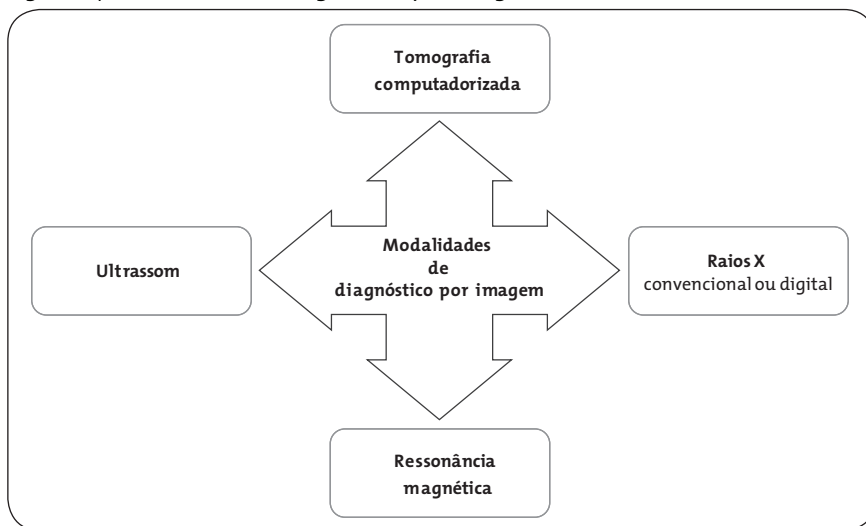
A crescente necessidade de oferta de serviços pós-venda e de suporte com alta confiabilidade representa uma barreira de entrada adicional de grande relevância no segmento. Apenas as grandes companhias com amplos portfólios de produtos têm condições de atingir as economias de escala para a manutenção de grandes equipes de suporte [Little (2005)].

O segmento de diagnósticos por imagem é caracterizado pela utilização de diferentes tecnologias, incorporadas em seis principais equipamentos, ou modalidades, ilustrados na Figura 3 e descritos a seguir. Em relação à participação de mercado, os equipamentos de raios X, relativamente mais simples, porém de bom custo-benefício, alcançam 34% das vendas globais, seguidos do ultrassom (21%), tomografia computadorizada (20%) e ressonância magnética (19%) [Markets and Markets (2011)].

- Equipamentos de raios X: representam a mais antiga modalidade de diagnóstico por imagem. O funcionamento dos equipamentos de raios X convencionais envolve a emissão de raios X pelo corpo do paciente e detecção em filme. Em função da reflexão dos raios quando em contato com áreas de maior densidade (principalmente ossos), as

imagens resultantes mostram estruturas do organismo. A radiografia digital utiliza o mesmo mecanismo do equipamento convencional, usando, no entanto, um detector digital para a captura das imagens, e não um filme. Dessa forma, as informações podem ser manipuladas por meio de um computador, oferecendo melhor resolução e recursos adicionais para análise pelos profissionais de saúde.

Figura 3 | Modalidades de diagnóstico por imagem



Fonte: Elaboração própria.

- Equipamentos de ultrassom: são a base para diferentes aplicações na área médica, sobretudo em função de sua versatilidade, além de seu menor custo quando comparado ao das demais modalidades de imagem. O método envolve a emissão de ondas de som de alta frequência e detecção para a construção de imagens. Com o transdutor colocado na superfície de partes do corpo humano, é comumente utilizado para o acompanhamento gestacional, avaliação de órgãos, músculos e testes cardíacos.
- Equipamentos de tomografia computadorizada (TC): o funcionamento do tomógrafo computadorizado envolve a emissão e detecção de raios X em uma série de diferentes posições e ângulos, tendo como objetivo a criação de imagens de uma série de camadas do organismo. A técnica permite a construção e visualização de imagens em três dimensões. Os equipamentos de tomografia computadorizada podem

distinguir cerca de dois mil diferentes níveis de densidade, enquanto o equipamento de raios X tradicional distingue aproximadamente vinte níveis [Tilly (1999)].

- Equipamentos de ressonância magnética (RM): a técnica de ressonância magnética envolve a aplicação de um campo magnético seguido da emissão de ondas de rádio, resultando na liberação da energia utilizada no mapeamento de uma estrutura do organismo. O equipamento de ressonância magnética gera imagens com alta definição sem a utilização de radiação ionizante.

Além das modalidades expostas, a indústria de diagnósticos por imagem utiliza técnicas de medicina nuclear em diferentes equipamentos. Nesse caso, o próprio organismo do paciente é utilizado como fonte de radiação. Substâncias radioativas (radiofármacos) são injetadas no paciente e, por meio da emissão de raios gama, um detector é utilizado para capturar uma imagem desse material.

A indústria inclui, ainda, os sistemas voltados para o gerenciamento e a análise das imagens produzidas nas diferentes modalidades de diagnóstico por imagem. Nos Sistemas de Arquivamento e Transferência de Imagens (PACS) são gravadas e arquivadas as imagens geradas nos equipamentos. Juntamente com os Sistemas de Informações Radiológicas (RIS),¹⁹ representam uma das áreas de maior investimento por parte das companhias do segmento [Azevedo-Marques (2005)].

Em função da maturidade atingida no segmento de diagnósticos por imagem, diversos atores estão direcionando os investimentos em P&D para inovações incrementais que, com os serviços de suporte, possam caracterizar um diferencial competitivo. Nesse sentido, uma tendência do segmento está relacionada ao crescente interesse na conjugação de diferentes tecnologias em um mesmo equipamento, como a fusão de modalidades de tomografia e ressonância para diagnóstico nas áreas de cardiologia e oncologia.

Uma segunda tendência consiste no desenvolvimento de dispositivos portáteis para diagnóstico, principalmente para utilização em áreas remotas. Equipamentos portáteis permitem que médicos e outros profissionais de saúde possam acessar as imagens para diagnóstico em menor tempo,

¹⁹ O RIS inclui módulos de geração de exames, laudos, módulos de consulta de laudos e de gerenciamento, representando uma importante alternativa para a distribuição de informações e imagens médicas em formato digital.

facilitando a rápida determinação de medidas para o tratamento. Os equipamentos portáteis disponíveis atualmente têm, contudo, custos proibitivos para a maioria dos profissionais de saúde.

Competitividade e oportunidades do segmento no Brasil

Em função da estagnação observada nos mercados maduros, as grandes companhias que atuam no segmento de diagnósticos por imagem vêm ampliando sua presença nos países em desenvolvimento. A importância dos mercados emergentes se reflete na instalação de plantas produtivas das empresas líderes, com atividades voltadas para o desenvolvimento de produtos adaptados aos sistemas de saúde locais.

No Brasil, o segmento de diagnósticos por imagem é controlado pelos grandes conglomerados do setor, que vêm instalando plantas produtivas²⁰ e realizando aquisições de pequenas e médias empresas nacionais com capacidade inovadora e em condições de competir no mercado externo, como os casos de VMI e X-PRO.²¹ A VMI foi adquirida pela Phillips, em 2010; e a X-PRO pela GE, em 2012, corroborando a estratégia de entrada em países emergentes. A Siemens e a Toshiba também anunciaram a instalação de unidades produtivas no Brasil. A expectativa é de que as aquisições no Brasil sejam intensificadas nos próximos anos [Pimentel *et al.* (2012)].

Existe um consenso de que as empresas nacionais têm limitações para competir em determinados segmentos com elevada concentração e de alta tecnologia, como é o caso de aparelhos de ressonância magnética e de tomógrafos computadorizados. Para esses casos, a entrada das grandes multinacionais representa uma oportunidade para adensamento da cadeia produtiva no país, além de contribuir para a redução do elevado déficit comercial do segmento. Em 2012, apenas seis equipamentos responderam por importações no valor de US\$ 350 milhões, aproximadamente 15% de todo o déficit do setor de equipamentos médicos (Tabela 4).

Em relação aos produtos de menor valor unitário, existe, contudo, a possibilidade de atuação competitiva de empresas nacionais. Entre eles, os equipamentos de ultrassom têm uma boa relação de custo-efetividade e representam a base para diferentes aplicações na área médica. Assim, o de-

²⁰ A Siemens e a Toshiba já possuem unidades produtivas instaladas no Brasil.

²¹ A X-PRO Sistemas Ltda. é especializada na fabricação de angiógrafos digitais, equipamentos de valor unitário de cerca de R\$ 1,5 milhão.

envolvimento e a produção desses equipamentos podem ser estratégicos, uma vez que representam uma oportunidade para o fortalecimento da indústria e atendem à necessidade de ampliação do acesso à saúde com uma crescente pressão pela redução de custos.

Tabela 4 | Principais equipamentos de diagnóstico por imagem importados nos últimos anos (em US\$ milhões)

Diagnóstico por imagem	2008	2009	2010	2011	2012
Equipamentos de ressonância magnética	118	95	137	136	114
Aparelhos de ultrassom	91	86	101	106	90
Aparelhos de tomografia computadorizada	97	82	91	99	82
Tubos de raios X	19	22	22	27	28
Aparelhos de raios X para angiografia	27	22	28	36	23
Aparelhos para mamografia	9	10	14	15	15
Total	361	316	395	421	351

Fonte: Secex/MDIC.

A importância da internalização da tecnologia, no Brasil, fica ainda mais evidente quando considerada a tendência de ampliação das aplicações da tecnologia de ultrassom em campos hoje dominados pelas tecnologias de raios X.

Nesse caso, o principal desafio tecnológico consiste no desenvolvimento do transdutor, parte de maior valor agregado do equipamento, responsável pela emissão e detecção das ondas sonoras utilizadas na construção das imagens.²² Existem apenas seis fabricantes de transdutores em todo o mundo, e o avanço tecnológico desse componente é constante.

Uma possível estratégia para o domínio dessa tecnologia no país seria o desenvolvimento interno por meio de parcerias entre empresas nacionais. Essa alternativa envolve um grande esforço tecnológico, que é traduzido em maior tempo para o desenvolvimento, elevado volume de capital e necessidade de articulação entre as partes envolvidas. Contudo, ela é fundamental para o desenvolvimento de competências que permitam um avanço constante, com potencial de transbordamento para áreas afins.

Outra oportunidade para atuação de empresas nacionais consiste no desenvolvimento de *softwares* para melhoria de resolução e interpretação de

²² O transdutor de ultrassom converte energia elétrica em energia mecânica e, depois, ao captar o eco acústico (ultrassom refletido), que é uma forma de energia mecânica, a transforma novamente em energia elétrica.

imagens. O mercado de análise de imagens, que envolve *softwares* voltados para extrair e avaliar informações relevantes para o diagnóstico, cresce a taxas elevadas no mundo (14% a.a.). As principais competências necessárias para o avanço na área de análise de imagens e diagnóstico incluem processamento, reconstrução e geração de imagens em 3D/4D.

Implantes

Estrutura da indústria e tendências tecnológicas

O segmento de implantes compreende produtos médicos projetados para substituir ou atuar como uma estrutura ausente do corpo. Envolve uma extensa gama de dispositivos para uso em ortopedia, cardiologia, neurologia, entre outras especialidades. As tecnologias e os materiais utilizados para fabricação variam em função de sua aplicação específica, podendo ainda ser associados a fármacos ou ter microeletrônica embarcada.

O segmento de implantes, no mundo, é concentrado e dominado por grandes empresas, em sua maioria de origem norte-americana, que atuam globalmente. Cada especialidade, entretanto, conta com companhias com participação de mercado distinta.

Por envolverem dispositivos invasivos, o projeto das peças, a qualidade e adequação dos materiais e a precisão na fabricação são fatores de sucesso para desenvolvimento e produção de implantes. A fabricação de instrumentais específicos e o desenvolvimento de técnicas cirúrgicas que permitam o correto manuseio e a correta fixação das peças são considerados diferenciais nesse mercado.

Em função do contato e da interação com o sistema biológico por um longo período, o processo de P&D e registro dos materiais e dispositivos implantáveis é mais complexo do que para a maioria dos demais produtos da indústria de equipamentos médicos, aproximando-se, muitas vezes, do processo de um medicamento. Além das diversas análises físicas, químicas e mecânicas a que são submetidos, os implantes precisam, ainda, ter biocompatibilidade e biofuncionalidade comprovadas [Pinto (2012)].

Os esforços de P&D convergem para desenvolvimento de materiais, desenho de peças, *softwares*, instrumentais e técnicas cirúrgicas cada vez mais específicos para as aplicações a que se destinam, permitindo o aumento da vida útil do implante e a redução dos riscos do procedimento. Com base nessas necessidades,

uma tendência geral no segmento é o desenvolvimento de implantes e instrumentais para uso em cirurgias minimamente invasivas, possibilitando a redução do tempo de internação e a menor incidência de complicações pós-operatórias.

As principais tendências tecnológicas são: o revestimento com fármacos, que potencializam o efeito do implante; o desenvolvimento de implantes inteligentes, que reconhecem e reagem a estímulos do organismo; e os implantes bioabsorvíveis, materiais especiais que são absorvidos pelo organismo depois de determinado prazo. Assim, engenharia de materiais, nanotecnologia, mecânica de precisão e microeletrônica podem contribuir para o desenvolvimento de materiais com características e funções aprimoradas.

No Brasil, o mercado é dominado pelas importações, com pequena participação de produtos nacionais. Além da importação de produtos acabados, há ainda grande dependência de matérias-primas importadas, como componentes eletrônicos e ligas especiais de uso médico. Como resultado, o segmento obteve saldo negativo de cerca de US\$ 600 milhões na balança comercial em 2012, o que representa um aumento de 80% em relação a 2008, demonstrando claramente que a produção nacional não acompanha a demanda por esses produtos [Abimo (2012)].

Para aprofundar o entendimento, serão avaliadas as duas especialidades mais significativas do segmento:

- implantes ortopédicos: próteses de quadril, joelho, coluna vertebral, membros, placas, parafusos e outros; e
- implantes cardíacos ou cardiovasculares: marca-passo, desfibrilador, válvula, *stent* e outros.

Implantes ortopédicos

Em função de doenças como osteoporose, artrite e câncer, ou de traumas, muitas vezes existe a necessidade de intervenção cirúrgica para substituição ou reconstrução óssea total ou parcial, além de fixação definitiva ou temporária de ossos. Para atender a todas essas necessidades, o mercado de implantes ortopédicos compreende artefatos com variadas aplicações. As principais são: reconstrução (joelho, quadril e ombro), coluna cervical (fixadores e reposição), trauma (fixadores internos e externos) e materiais bioabsorvíveis (integração óssea). Estima-se que o mercado global de implantes ortopédicos tenha alcançado US\$ 30,5 bilhões em 2012, devendo atingir

cerca de US\$ 46,5 bilhões até 2017, com um crescimento médio esperado de mais de 8% a.a. [Market Publishers (2011)]. O processo de envelhecimento populacional é particularmente relevante nessa especialidade, já que cerca de 60% das cirurgias ortopédicas são realizadas em pessoas com idade superior a 65 anos. No entanto, mesmo na população jovem, o número de implantes é crescente, sobretudo em razão de traumas [Datamonitor (2010)].

Uma vez que o profissional de saúde não pode determinar previamente todas as características (tamanho e forma) das peças a serem utilizadas durante a cirurgia, a quantidade de itens que devem estar disponíveis em um único procedimento é significativa. Assim, um aspecto-chave para um bom posicionamento das empresas no mercado é disponibilizar ao prestador de serviço implantes em diferentes tamanhos, materiais e geometrias, além de instrumentais apropriados para as cirurgias.

Como consequência, a estratégia de comercialização e a definição de canais de distribuição são questões determinantes para a inserção da empresa no mercado. Os distribuidores são uma parte essencial da cadeia, sendo responsáveis não só pela venda, mas também pelo suporte logístico às cirurgias. Em função do investimento necessário em instrumental e peças, há grande necessidade de capital de giro, e os distribuidores, em sua maioria, atuam com exclusividade de representação por aplicação.

No Brasil, o mercado de implantes ortopédicos foi de US\$ 538 milhões em 2012, respondendo por cerca de 6,5% do mercado de equipamentos médicos. Com um crescimento médio esperado de 15% nos próximos anos, estima-se que o mercado de implantes ortopédicos alcance US\$ 820 milhões em 2015 [Global Data (2009); Markets and Markets (2011)].

Entre 2010 e 2011, o número de cirurgias ortopédicas no SUS mais do que dobrou, chegando a cerca de 300 mil por ano. Estima-se que destas, cerca de 20 mil sejam procedimentos para implantes ortopédicos [Portal Brasil (2012)]. Além de a fatores epidemiológicos e sociais, atribui-se esse aumento de demanda no Brasil à ampliação da cobertura pelo SUS.

O mercado brasileiro é um oligopólio, no qual sete empresas respondem por mais de 60% de participação, das quais cinco são de capital estrangeiro (Tabela 5). Se consideradas as diversas aplicações, as empresas brasileiras são mais competitivas em implantes para trauma, detendo aproximadamente

50% de participação de mercado, e em implantes para reconstrução e coluna, de maior valor agregado, com cerca de 30% de participação em cada.

Tabela 5 | *Ranking* de empresas fabricantes de próteses ortopédicas no mercado brasileiro, 2010

Empresa	País	Participação (%)
B. Braun/Aesculap	EUA	13,9
Medtronic	EUA	10,5
Stryker	EUA	10,2
Synthes	EUA/Suíça	6,9
MDT	Brasil	6,7
Depuy	EUA	6,4
Baumer	Brasil	6,0
Total sete maiores		60,6

Fonte: Market Research Group.

As tendências tecnológicas em implantes ortopédicos estão intrinsecamente vinculadas a sua aplicação. Enquanto, para cirurgias de reconstrução, buscam-se materiais resistentes ao desgaste e ao impacto que a peça sofrerá, para cirurgias de coluna, as peças também devem contar com um *design* adequado para uso em procedimentos minimamente invasivos.

No caso de fraturas passíveis de calcificação, o desenvolvimento de polímeros bioabsorvíveis representa uma tendência, uma vez que os implantes são absorvidos pelo organismo depois da integração óssea. Dado o atual estágio da tecnologia no mundo e a competência existente no Brasil na área de novos materiais, esta parece ser uma oportunidade para a área de implantes ortopédicos no país.

Implantes cardiovasculares

O controle, ou a solução, de disfunções como infarto, acidente vascular cerebral (AVC) e arritmias passa, em alguns casos, por intervenções com o uso de implantes cardiovasculares. Esses dispositivos têm como objetivo desobstruir ou reforçar as paredes de vasos sanguíneos ou fornecer estímulos elétricos ao coração.

Dessa forma, os implantes abarcam características e tecnologias muito distintas, compreendendo desde cateteres, válvulas e *stents* (revestidos ou não com fármacos) até dispositivos com microeletrônica embarcada, como marca-passos e cardioversores desfibriladores implantáveis.

O mercado global de dispositivos cardiovasculares²³ atingiu US\$ 85 bilhões em 2010, com uma taxa média esperada de crescimento de 5,2% para os próximos cinco anos [Lucintel (2012)]. Grandes empresas com atuação internacional dominam esse mercado, embora seu posicionamento relativo varie em função do tipo de produto. Medtronic, Boston Scientific e St. Jude Medical são as líderes em dispositivos com eletrônica embarcada, enquanto, no mercado de *stents* e válvulas, Abbott, Stryker e Covidien têm participação significativa [Parmar (2011)].

No Brasil, o mercado de implantes cardiovasculares atingiu US\$ 570 milhões em 2012, representando cerca de 7% do total do mercado de equipamentos médicos. Em razão de as doenças cardiovasculares serem a principal causa de mortes no país, respondendo historicamente por mais de 30% do total de óbitos anuais, o crescimento médio esperado é de 6% a.a. até 2015 [Global Data (2010)]. A estrutura de oligopólio também se reflete no país, com baixa participação de produtos nacionais (10%), com ênfase na produção de *stents* e válvulas (Tabela 6).

Tabela 6 | *Ranking* de empresas no mercado brasileiro de dispositivos cardiovasculares, 2009

Empresa	Origem	Participação (%)
Medtronic	EUA	18
Boston Scientific	EUA	17
St. Jude Medical	EUA	9
Cordis (J&J)	EUA	9
Terumo	Japão	6
Abbott	EUA	5
Sorin	Itália	4

Fonte: Global Data (2010).

O saldo da balança comercial em implantes cardiovasculares, em 2012, foi negativo em US\$ 242 milhões, representando 40% do déficit do segmento de implantes, resultado 90% superior ao de 2008. Os principais produtos importados são dispositivos de alto valor agregado, com eletrônica embarcada, como marca-passos e cardioversores.

As tendências tecnológicas em implantes cardiovasculares estão vinculadas ao tipo de dispositivo. No caso de *stents* e válvulas, em função do

²³ Além de catéteres, *stents*, válvulas e marca-passos, inclui ainda dispositivos de monitoramento cardíaco e diagnóstico.

histórico e da idade do paciente, os *stents* farmacológicos (revestidos com fármacos) vêm sendo usados como alternativa aos convencionais, embora sua utilização ainda seja muito debatida. Além disso, considerando que o *stent* é útil somente até que as paredes do vaso se restabeleçam, o desenvolvimento de produtos à base de polímeros bioabsorvíveis representa uma grande oportunidade para as empresas do segmento.

No que se refere a dispositivos com eletrônica embarcada (marca-passos e cardioversores), a principal tendência é a miniaturização do dispositivo, com redução de volume e peso. A produção de baterias com alta densidade de energia viabiliza, em parte, esse avanço. Em razão da importância de implantes com eletrônica embarcada para a saúde no país, o desenvolvimento desses produtos deve ser estimulado.

Eletromédicos

Estrutura da indústria e tendências tecnológicas

O segmento de equipamentos eletromédicos é extremamente complexo, abarcando uma ampla gama de equipamentos e dispositivos, cuja principal base técnica é a eletroeletrônica. O segmento engloba, por exemplo, as áreas de cuidados intensivos, neonatologia, hemodiálise, equipamentos médico-cirúrgicos, entre outros, e envolve alta maturidade tecnológica.

Assim como outros segmentos da indústria, as companhias de eletromédicos concentram suas atividades de P&D nas etapas que mais agregam valor aos equipamentos, como o *design* do produto, desenvolvimento de *softwares* de controle e partes mecânicas e eletrônicas específicas, como sensores para o monitoramento de pacientes. As atividades de produção de componentes eletrônicos e das partes externas dos equipamentos são, em geral, terceirizadas. Em função da integração de diferentes tecnologias, a competitividade no segmento depende da possibilidade de acessar os diversos componentes com razoável poder de barganha.

A produção interna envolve, principalmente, a montagem de componentes adquiridos no mercado, a configuração dos *softwares* e a calibração dos equipamentos. No entanto, em razão da menor escala de produção compa-

rada aos eletrônicos de consumo e da variedade de produtos eletromédicos existentes, nem sempre há disponibilidade de componentes padronizados à venda no mercado. O desenho dos circuitos integrados (Application Specific Integrated Circuit – ASIC)²⁴ e componentes dedicados passa a ser não apenas um elemento de distinção e competitividade, mas, em alguns casos, a única forma de viabilizar a produção.

Como os mercados maduros das regiões desenvolvidas são movidos principalmente pela reposição de equipamentos antigos e pela venda de consumíveis, as companhias líderes vêm direcionando seu esforço para agregação de valor por meio da oferta de soluções completas, com integração de equipamentos e prestação de serviços. Nesse sentido, a ênfase do desenvolvimento deve contemplar não apenas o avanço tecnológico de um equipamento, mas também as necessidades das unidades de tratamento.

A tendência de integração e oferta de serviços e o conservadorismo da classe médica para a mudança de fornecedores representam barreiras de entrada relevantes no segmento. A crescente demanda por soluções integradas no segmento de eletromédicos é mais facilmente atendida pelas grandes companhias do setor, que contam com um amplo portfólio de produtos e uma rede de serviços associados. Essa estratégia permite a adoção do modelo tipo *one-stop-shop*, oferecendo, por exemplo, unidades completas de cuidados intensivos e cirurgia, incluindo o *software* de gerenciamento de dados [Pieroni, Reis e Souza (2010)].

Uma das áreas de maior representatividade do segmento de eletromédicos se destina aos pacientes que exigem cuidados intensivos. Esse subsegmento engloba equipamentos como respiradores, monitores de sinais vitais e equipamentos para anestesia. As três principais empresas (GE, Drager e Phillips) detêm cerca de 80% do mercado global de equipamentos de cuidados intensivos, que atingiu US\$ 47 bilhões em 2011 [Little (2005) e Matsuyama e Cortez (2012)].

Dois dos principais equipamentos utilizados nas unidades de cuidados intensivos são os descritos a seguir.

- Ventiladores – utilizado quando o paciente não é capaz de respirar de forma espontânea. Envolve o bombeamento de ar rico em oxigênio

²⁴ É um circuito integrado (CI) projetado para a execução de tarefas específicas, ou seja, customizado para um uso particular, ao contrário dos CI de uso geral. Por exemplo, um *chip* projetado somente para acionar um bisturi eletrônico é um ASIC.

para os pulmões do paciente previamente sedado por meio de tubos ou de ventiladores não invasivos. A tecnologia para o desenvolvimento e a fabricação de ventiladores não é trivial. A precisão mecânica é fundamental, assim como a definição dos parâmetros de funcionamento e controle do equipamento. Por essa razão, os equipamentos de suporte à vida têm uma regulação mais restritiva.

- Monitores – utilizados na medição de funções corporais por meio de ligação entre sensores ou outros equipamentos – eletrocardiogramas, por exemplo – e sistemas computacionais. Algumas das principais funções incluem a medição de batimentos cardíacos, fluxo de ar, pressão sanguínea e temperatura. Os investimentos em P&D na área de monitores envolvem, principalmente, a agregação de um maior número de parâmetros para monitoramento e métodos não invasivos, além do desenvolvimento de algoritmos mais avançados para análise e transmissão das informações coletadas [Chapman, Gattas e Suntharalingam (2004)].

Uma recente tendência no segmento de eletromédicos consiste na crescente relevância do monitoramento remoto em todo o mundo. O sistema permite que os médicos consigam monitorar as condições dos pacientes, avaliar os sinais vitais e transmitir informações por intermédio de uma rede de câmeras, monitores e *softwares* de comunicação por meio de um centro de comando. A aplicação de TIC no monitoramento remoto gera grande potencial para redução do tempo de internação e combate à escassez de profissionais, resultando em redução de custos. Nos Estados Unidos, os sistemas implantados em determinados hospitais de excelência permitiram, nos últimos anos, a redução das taxas de mortalidade e do tempo de internação de pacientes nas unidades de tratamento intensivo em 25% e 17%, respectivamente [Kalamara (2011)].

Outra importante tendência consiste na oferta de salas cirúrgicas inteligentes. Nessas salas, é possível controlar equipamentos como bisturis, ventiladores e bombas de infusão por meio de uma central com monitores. A integração e o controle de equipamentos permitiram, ainda, o advento de sistemas operados por robótica. Nesse caso, existe a necessidade de uma interface de comunicação avançada para que o cirurgião possa realizar os procedimentos à distância.

Competitividade e oportunidades do segmento no Brasil

No Brasil, o segmento de eletromédicos está entre os de maior destaque na indústria de equipamentos médicos. A despeito do pequeno porte, muitas empresas nacionais atuam em nichos de mercado de média complexidade, dispondo de produtos competitivos ante os similares importados. Historicamente, algumas empresas brasileiras de eletromédicos têm uma participação significativa no mercado nacional e exportam parte de sua produção [Gutierrez e Alexandre (2004)]. Em 2012, as exportações de incubadoras e de bisturis elétricos atingiram US\$ 10,2 e US\$ 2,2 milhões, respectivamente.

O consumo aparente de eletromédicos é estimado em cerca de US\$ 1,0 bilhão [IBGE (2009) e AliceWeb2 (2012)]. Assim como nos demais segmentos da indústria, o déficit é elevado: apenas cinco produtos responderam por importações no valor de US\$ 153,5 milhões em 2012.

O movimento global de consolidação também se refletiu nesse segmento. Em 2008, a Dixtal Biomédica, empresa que atuava sobretudo na área de monitoramento de pacientes, foi adquirida pela Philips. Seguindo a tendência internacional, as empresas nacionais do segmento concentram suas atividades de produção na montagem dos equipamentos. No entanto, há companhias que realizam internamente o *design* e o desenvolvimento da parte eletrônica, assim como os *softwares*, itens que mais agregam valor e competitividade ao equipamento. O controle de qualidade e a calibração dos equipamentos são etapas importantes realizadas internamente, apesar do baixo nível de automação.

No mercado privado, a comercialização de produtos eletromédicos é realizada, em grande parte, por meio de representantes regionais. A exportação, por sua vez, envolve a atuação de distribuidores e de bases de representação instaladas nos principais mercados. Algumas empresas nacionais de eletromédicos exportam para mais de cem países.²⁵ O movimento de internacionalização, ainda tímido, contribui para o aumento da competitividade das empresas nacionais em função da exposição aos fatores exógenos que moldam o cenário de competição e da aprendizagem adquirida pela atuação externa.

²⁵ As ações conjuntas da Agência Brasileira de Promoção de Exportações (Apex) e da Abimo vêm contribuindo bastante para a ampliação das exportações brasileiras de equipamentos médicos.

A atuação no mercado público é relevante, já que muitos equipamentos eletromédicos são considerados prioritários pelo SUS, representando cerca de 50% do faturamento das empresas do segmento. De maneira geral, as companhias atuam com os hospitais e clínicas para definição das especificações dos produtos para licitação. Nesse caso, como os prazos de pagamento são alongados, há uma grande necessidade de capital de giro por parte das empresas.

Apesar dos avanços, o portfólio das empresas nacionais é restrito a um número reduzido de produtos. A falta de complementaridade dos equipamentos disponíveis impacta a competitividade de forma relevante, dada a preferência pela aquisição de soluções completas por parte dos hospitais e clínicas. Da mesma forma, é importante que os equipamentos possam estar integrados aos sistemas de gestão dos hospitais.

Nesse sentido, existem empresas no Brasil na área de TIC que poderiam atuar em parceria com os fabricantes nacionais de equipamentos para o desenvolvimento de soluções, incluindo *displays* matriciais, circuitos integrados e comunicação sem fio. Uma estratégia complementar seria a articulação entre as principais empresas nacionais do segmento para o estabelecimento de parcerias que permitam o desenvolvimento conjunto de soluções completas.

Além dos aspectos tecnológicos, áreas de elevada importância para a saúde pública devem ser consideradas. O caso da hemodiálise é bastante ilustrativo: com um mercado nacional majoritariamente público de R\$ 2,5 bilhões por ano, e com uma parcela de equipamentos e insumos correspondente a cerca de R\$ 700 milhões, existe uma oportunidade para a inserção de empresas brasileiras na área²⁶ por meio da utilização do poder de compra do Estado como instrumento de desenvolvimento.

A produção local dos principais equipamentos, máquinas para controle de fluxo sanguíneo e dialisadores (filtros), poderia contribuir para a agregação de valor na produção industrial e para a ampliação do número de procedimentos de hemodiálise realizados no país. O modelo depende, contudo, da centralização das compras públicas, atualmente dispersas entre os estados e municípios.

²⁶ O mercado de hemodiálise é altamente concentrado. Os três principais fabricantes de produtos para hemodiálise (Fresenius, Baxter e Gambro) respondem por cerca de 57% do mercado, que atingiu cerca de US\$ 13 bilhões em 2011 [Fresenius (2011)].

TIC para saúde

A dimensão que as tecnologias da informação e comunicação vêm adquirindo na saúde pode ser corroborada nas oportunidades identificadas nos diferentes segmentos da indústria de equipamentos médicos. Muitos dos equipamentos e dispositivos prioritários, como implantes com microeletrônica embarcada e equipamentos eletromédicos e para diagnóstico, são exemplos de produtos com significativo conteúdo de TIC.

Além da produção de *hardware* para equipamentos médicos, como *displays* matriciais e circuitos, a área de TIC abrange o desenvolvimento de *softwares*. A competitividade da indústria de equipamentos médicos, cada vez mais associada aos serviços de suporte, depende crescentemente da utilização de TIC para incorporação de novos atributos aos produtos e oferta de soluções completas. Ao longo deste estudo, algumas oportunidades foram identificadas também nesse caso, como a necessidade de integração de equipamentos eletromédicos e a captação e análise de imagens para diagnóstico.²⁷

Nos serviços de saúde, a exploração das aplicações de TIC é crescente. Os sistemas são destinados, principalmente, ao armazenamento, gerenciamento e tratamento de informações eletrônicas. A gestão e a articulação de grandes bancos de dados constituem uma importante utilização da TIC em saúde, na medida em que permite o uso organizado e referenciado das informações geradas no ambiente hospitalar, contribuindo para a redução dos custos e para a geração de benefícios para pacientes e profissionais de saúde. O armazenamento das informações no formato de prontuários eletrônicos,²⁸ por exemplo, permite o acesso unificado do profissional de saúde a todos os dados do paciente [Wechsler *et al.* (2003)].

A incorporação das TIC em saúde vem sendo objeto de políticas públicas em diversos países para a redução dos custos e o aumento da eficiência dos sistemas de saúde. Nos Estados Unidos e no Japão, há mecanismos de pagamento adicional para profissionais de saúde, hospitais e clínicas que

²⁷ A análise de estruturas médicas tridimensionais em rotina clínica depende do desenvolvimento de técnicas avançadas em processamento digital de imagens e computação gráfica. A imagem é realçada para a visualização humana ou para posterior análise pelo computador.

²⁸ O prontuário eletrônico engloba diferentes informações, como registro da história clínica de pacientes, solicitação e resultados de exames e dados de prescrição. Os prontuários atuais incorporam sistemas de prescrição eletrônica, orientando o médico para a escolha de drogas mais eficientes e de menor custo, sendo capazes de monitorar a prescrição e, também, de reduzir a ocorrência de interações medicamentosas adversas.

utilizarem tecnologias da informação, como *softwares* de suporte à decisão clínica e registros eletrônicos.²⁹

Outra importante aplicação das TIC para a saúde consiste na utilização de informações de saúde transferidas por meio de comunicação eletrônica com a finalidade de ampliar o raio de atuação do atendimento. A telemedicina, como é comumente chamada, permite a realização de consultas, diagnósticos e intervenções (incluindo cirúrgicas) de forma remota, ou seja, sem que o paciente e o médico estejam na mesma instalação física. Um exemplo dessa tecnologia consiste na utilização de câmeras de alta resolução de celulares *smartphones* para o registro e envio de imagens para diagnósticos dermatológicos, conforme *site* da American Telemedicine Association.

O mercado global de *softwares* e dispositivos voltados para a telemedicina é estimado em cerca de US\$ 740 milhões, e a expectativa é de um crescimento de mais de três vezes na próxima década [Global Information Research (2012b)]. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, a adequada utilização dos recursos da telemedicina pode contribuir para que os pacientes de regiões mais distantes consigam acesso à medicina especializada dos grandes centros urbanos e, conseqüentemente, a melhor qualidade em seu atendimento, com redução dos elevados gastos de deslocamento [Wechsler *et al.* (2003)].

Entretanto, a prática da telemedicina é ainda incipiente no Brasil. Além do aspecto tecnológico e da necessidade de uma infraestrutura, outro fator importante para a incorporação da telemedicina nos serviços públicos de saúde no país consiste na necessidade de definição dos parâmetros de pagamento dos procedimentos, já que a coleta e o processamento das informações poderão ser realizados em entes diferentes da federação. No setor privado, por sua vez, a ampliação da telemedicina depende da inclusão dos serviços na lista de pagamentos das operadoras de saúde.

A crescente utilização das TIC na indústria de equipamentos médicos e nos serviços de saúde abre possibilidades para uma inserção de empresas brasileiras de *softwares* e adensamento da cadeia produtiva de eletrônica no país. O desenvolvimento de circuitos integrados (Asic) dedicados para as aplicações na indústria representa uma oportunidade para o país. Em alguns casos, o projeto do Asic pode ser o elemento principal de diferenciação do produto, e, em função da diversidade de equipamentos e dispositivos, não há uma ampla disponibilidade de circuitos para aquisição no mercado.

²⁹ Por meio do programa, o governo norte-americano vai destinar recursos da ordem de US\$ 27 bilhões em dez anos para estimular a criação de um sistema nacional de registros eletrônicos em saúde.

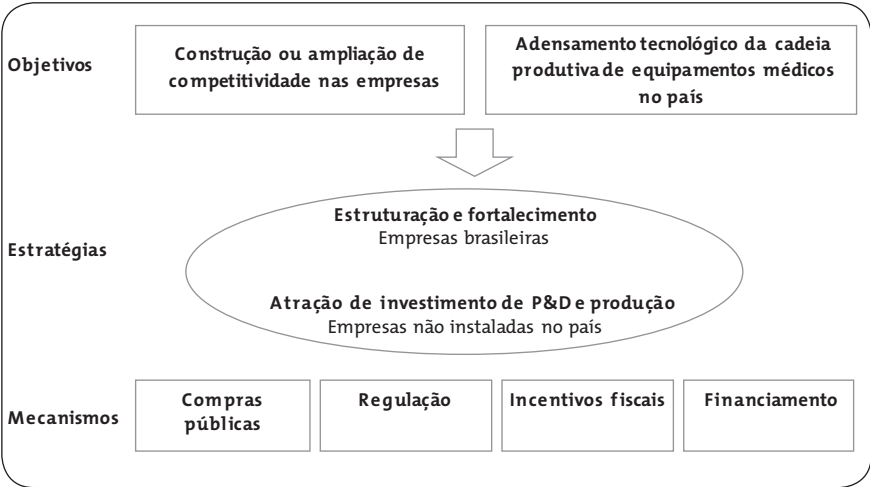
Para os serviços de saúde, o desenvolvimento de TIC de sistemas hospitalares para integração e gerenciamento de dados e o prontuário eletrônico parecem ser mais factíveis levando em conta a demanda dos hospitais e as competências disponíveis nas empresas de *software*. Parcerias com empresas de equipamentos médicos podem viabilizar a oferta de soluções integradas, agregando valor aos produtos e serviços oferecidos.

Políticas públicas

Assim como outros países em desenvolvimento, o Brasil vem atuando em algumas frentes para promover o desenvolvimento de tecnologias estratégicas na indústria de equipamentos médicos, por meio de mecanismos de compras públicas, regulação, incentivos fiscais ou de financiamento.

Esses instrumentos são utilizados em conjunto, tanto para o fortalecimento de empresas brasileiras quanto para atração de empresas não instaladas para o país. A escolha de uma ou outra estratégia é dependente, sobretudo, do padrão de competitividade e do estágio tecnológico de cada segmento (Figura 4).

Figura 4 | Estratégia de políticas públicas para a indústria de equipamentos médicos



Fonte: Elaboração própria.

A nova lei de compras públicas (Lei 12.349/2010) estabelece margens de preferência distintas em licitações para produtos produzidos ou desenvolvidos no Brasil, com o objetivo de incentivar o aumento da capacidade produtiva instalada e o desenvolvimento de produtos estratégicos. Os percentuais va-

riam de acordo com o grau de verticalização da produção nacional e com a tecnologia empregada, podendo chegar a até 25% no caso de alguns equipamentos. As margens para a indústria de equipamentos médicos e hospitalares foram regulamentadas recentemente pelo Decreto 7.767, de junho de 2012. Esse mecanismo de incentivo ainda proporcionou poucos efeitos práticos, uma vez que a maioria das aquisições de equipamentos médicos é feita de forma descentralizada por estados e municípios, com autonomia para sua aplicação.

Por essa razão, há um recente movimento de centralização das compras de equipamentos médicos de alto custo pelo Ministério da Saúde. A iniciativa tem como objetivo dar maior poder de negociação ao Estado e incentivar a produção local por meio de contrapartidas da compra pública, como a instalação de plantas produtivas no país.

A primeira ação nesse sentido envolve a aquisição de oitenta aceleradores lineares para radioterapia utilizando o mecanismo da compensação tecnológica,³⁰ com previsão de instalação de linha de fabricação desses equipamentos e qualificação de fornecedores locais. Os dois produtores mundiais existentes (Varian e Elekta) demonstraram interesse no mercado, e a expectativa é de que o país receba investimentos de cerca de R\$ 500 milhões³¹ nos próximos anos [Xeyla(2012)].

Radioterapia

O segmento de radioterapia é altamente especializado e tem como principal alvo o tratamento de pacientes com câncer. O tratamento com radioterapia envolve o direcionamento de radiação (raios X e raios gama) para tumores em partes do corpo humano com elevada precisão, exibindo uma alta relação custo-efetividade quando realizado nos estágios iniciais da doença. A alta precisão contribui ainda para a ocorrência de um menor número de reações adversas, uma vez que a radiação é concentrada na região tumoral.

³⁰ Aceita pela OMC e introduzida no Brasil pelo Decreto 7.546, de 2 de agosto de 2011. Prática compensatória estabelecida como condição para induzir o desenvolvimento da capacidade produtiva local de produtos de alto custo ou de grande impacto sanitário e social, estimular o desenvolvimento de fornecedores e estimular e atrair centros de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I) para o país. Pode se dar por meio de coprodução, produção sob licença, produção subcontratada, investimento financeiro em capacitação industrial e tecnológica, transferência de tecnologia, entre outros.

³¹ Inclui investimentos em infraestrutura (R\$ 325 milhões) e a compra de aceleradores lineares (R\$ 180 milhões).

O mercado global de radioterapia atingiu cerca de US\$ 1,8 bilhão em 2011, e a expectativa é de que até 2015 ocorra um crescimento de cerca de 8% a.a. A oferta de equipamentos para radioterapia é altamente concentrada, na medida em que apenas duas companhias (Varian-EUA e Elekta-Suécia) atuam na área.

As barreiras de entrada no segmento de radioterapia são bastante elevadas, principalmente em função da alta especialização tecnológica e da tendência de ampliação do portfólio para inclusão de *softwares* de imagem e de simulação de tratamentos. Esses *softwares* podem otimizar o tratamento, evitando a exposição desnecessária aos níveis de radiação e reduzindo o número de visitas dos pacientes aos hospitais.

Dada a estrutura do mercado de radioterapia, a atração de investimentos externos por meio da utilização do poder de compra público representa uma oportunidade para a inserção de empresas brasileiras na cadeia produtiva de aceleradores lineares e na área de prestação de serviços, como instalação de equipamentos e de sistemas.

Pelo lado regulatório, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) vêm buscando o estabelecimento de um ambiente adequado às boas práticas internacionais. A RDC 185/01, principal norma aplicável ao registro de equipamentos e materiais médicos, odontológicos e hospitalares no Brasil,³² adota regras de classificação de risco, a exemplo da regulação europeia, que usam como critérios principais a duração do contato entre o material e o paciente, a invasividade necessária para o uso mais adequado e a anatomia da região envolvida. A partir de 2010, todo novo pedido de registro está sujeito à vistoria por agentes do órgão nas fábricas.

No que tange à questão de incentivos fiscais, o Processo Produtivo Básico (PPB), a Lei de Informática e a certificação de tecnologia nacional, aplicáveis em certa medida aos equipamentos e dispositivos médicos, são os principais instrumentos de política pública para incentivo ao adensamento da cadeia produtiva e da inovação.

³² Exceto para os diagnósticos *in vitro* (cobertos pela RDC 206/06).

O PPB foi definido, por meio da Lei 8.387/91, como “o conjunto mínimo de operações, no estabelecimento fabril, que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto”. Ou seja, consiste nas etapas mínimas de fabricação de um produto que as empresas devem cumprir como contrapartidas de benefícios fiscais, sendo estabelecidas para cada produto específico e não para as empresas. Sua elaboração é um processo negocial que envolve a empresa interessada, possíveis fornecedores nacionais, empresas concorrentes no segmento e o governo. Os PPBs são estabelecidos por meio de Portarias Interministeriais, assinadas pelos ministros do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e da Ciência, Tecnologia e Inovação [MDIC (2012)].

A Lei de Informática (Lei 8.248/91) concede incentivos fiscais, como a redução da alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), sobre bens de informática e automação de empresas que investem em atividades de P&D. Como contrapartida, as empresas que se beneficiam dos incentivos devem investir, por ano, em atividades de P&D, 4% de seu faturamento bruto no mercado interno. Parte do investimento deve ser feita por meio da aplicação em fundos como o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), e parte pode ser realizada na própria empresa ou externamente, por meio de parcerias com universidades e institutos de ciência e tecnologia.

O terceiro instrumento fiscal é a Portaria 950/06 do MCTI, que confere um certificado para bens que comprovem utilização de tecnologia nacional. Para obtenção do certificado, que garante até 100% de redução do IPI, o desenvolvimento do produto ou serviço deve ter sido realizado no país por técnicos de residentes e domiciliados no Brasil.

Por fim, com relação ao financiamento, os principais bancos públicos e agências de fomento dispõem de linhas que atendem, direta ou indiretamente, à indústria de equipamentos médicos. Com o objetivo de ampliar a competitividade da indústria no país, o BNDES vem direcionando seus esforços na conjugação de diferentes instrumentos financeiros e no estímulo à inovação e ampliação da competitividade do setor.

Atuação do BNDES

O apoio do BNDES à indústria de equipamentos médicos envolve seus diversos instrumentos financeiros, com destaque para o estímulo à deman-

da, por meio do BNDES Finame e do Cartão BNDES, e para o financiamento a projetos de investimento, por meio de programas setoriais, como o BNDES Profarma. Se considerado o período 2003 a 2012, o total apoiado pelo Banco à indústria superou R\$ 1,3 bilhão.

Os instrumentos do BNDES que financiam a venda dos produtos da indústria a hospitais e clínicas contribuem para amortecer o fluxo de caixa das empresas, bastante afetado pelos prazos elevados de recebimento dos serviços de saúde. Nesse contexto, destacam-se o BNDES Finame e o Cartão BNDES.

O Finame tem como objetivo financiar a aquisição de máquinas e equipamentos novos produzidos no Brasil, buscando induzir sua produção local. Para isso, os produtos financiados devem ser cadastrados pelo BNDES, obedecendo a alguns critérios de nacionalização da produção.³³ Os serviços de saúde adquiriram aproximadamente R\$ 760 milhões em equipamentos médico-hospitalares financiados pelo Finame no período considerado.³⁴

Já o cartão BNDES ganha importância por ser voltado para micro, pequenas e médias empresas (MPME), aproximando-se da característica pulverizada da indústria no Brasil. Assim, a utilização do cartão vem crescendo expressivamente desde 2004, atingindo um total de R\$ 351 milhões (Gráfico 5). Esse valor equivale a mais de 21 mil operações, com um *ticket* médio de R\$ 16,7 mil. O valor do *ticket* corresponde, sobretudo, ao financiamento da venda de equipamentos médicos para os prestadores de serviço de saúde, embora também contemple a aquisição de serviços tecnológicos pelas próprias empresas da indústria de equipamentos médicos.

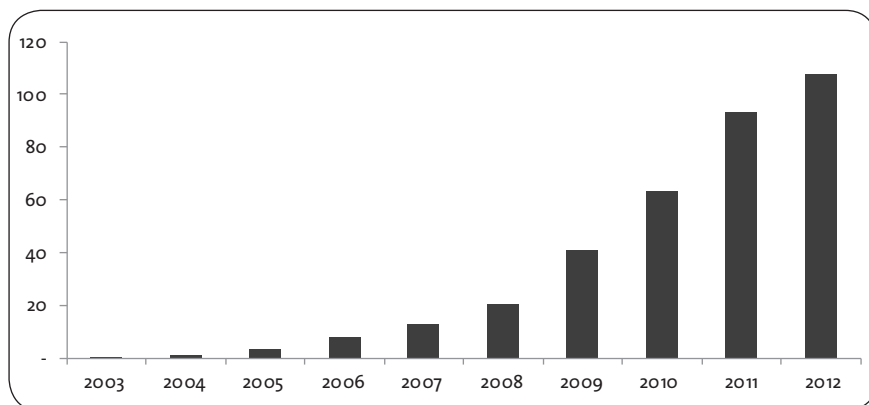
O cartão oferece crédito rotativo pré-aprovado para aquisição de produtos previamente cadastrados. Embora apenas as MPME possam usá-lo, empresas de qualquer porte podem participar do rol de fornecedores credenciados, desde que atendam aos requisitos.³⁵

³³ Cada produto cadastrado deve ter 60% de sua cadeia de valor ou do peso de seus componentes produzidos no Brasil, ou obedecer às regras do Processo Produtivo Básico, se aplicável. Além de incorporar ao Finame os produtos que obtêm PPB, o Banco também inclui e busca praticar taxas de juros diferentes para produtos fabricados no país com tecnologia nacional, conforme já abordado.

³⁴ O valor financiado pelo Finame aumentou cerca de 46% em 2012, principalmente em função da aquisição de equipamentos de alto valor agregado como tomógrafos e equipamentos de ressonância magnética.

³⁵ Dentre os requisitos, destaca-se a produção local de no mínimo 60% do valor dos produtos, conforme critérios de índice de nacionalização do BNDES.

Gráfico 5 | Cartão BNDES, valor aprovado para a indústria de equipamentos médicos, 2003-2012 (em R\$ milhões)



Fonte: BNDES.

Dentre os produtos disponíveis no cartão, destaca-se também a possibilidade de aquisição de serviços tecnológicos pela própria indústria. Apesar de ainda representar um valor baixo no total do apoio do Banco ao setor (R\$ 729 mil), as empresas de equipamentos médicos são as maiores usuárias desse tipo de financiamento, representando 18% do total da aquisição de serviços tecnológicos por meio do cartão. Um dos principais itens financiáveis é a avaliação de conformidade, etapa importante para o lançamento de novos produtos no mercado e considerada um gargalo para muitas empresas.

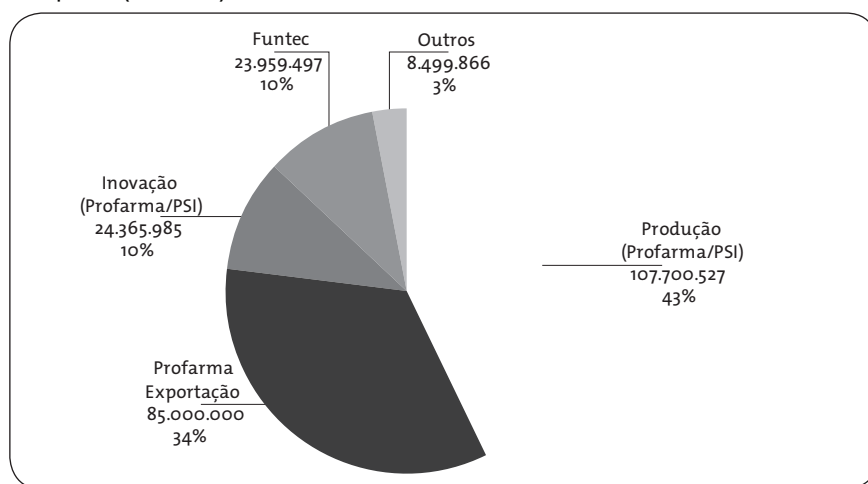
A grande necessidade de capital de giro e o porte reduzido das empresas dificultam a realização de investimentos fixos tangíveis e em inovação. Dessa forma, o BNDES também busca flexibilizar suas condições para induzir projetos de investimento que internalizem etapas-chave produtivas e incentivem P&D nas empresas.

Ciente dessas características setoriais, o Banco reduziu o valor mínimo de operação para a indústria de equipamentos médicos para R\$ 1 milhão, o que possibilitou o apoio direto (sem intermediário financeiro) a 21 projetos de investimento. Essas condições, entre outras, foram estabelecidas em 2004, com a criação do Programa BNDES de Apoio ao Desenvolvimento do Complexo Industrial da Saúde (BNDES Profarma). Assim, viabilizou-se o apoio a projetos de investimento de pequenas e médias empresas (PMEs),

que atualmente respondem por 65% dos projetos de investimento apoiados.³⁶ No total, o Banco já aprovou R\$ 250 milhões para financiamento a empreendimentos de produção, inovação e exportação da indústria, distribuídos em 29 operações desde 2004.

A maior parte dos projetos de investimento financiados pelo BNDES refere-se a ampliação e modernização da capacidade produtiva (43%), principalmente por meio do Profarma Produção (Gráfico 6). Refletindo a ainda frágil competitividade brasileira, o financiamento à inovação no setor é, até agora, pequeno: o apoio por meio do Profarma Inovação e do Funtec foi de R\$ 48 milhões até 2012, representando 20% dos projetos de investimento.

Gráfico 6 | Apoio do BNDES a projetos de investimento, por finalidade, 2004-2012 (em reais)



Fonte: BNDES.

Enquanto o Profarma Inovação é um instrumento de dívida, com taxas de juros fixas e muito baixas, voltado para empresas, o Banco apoia também a parceria entre Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) e empresas para projetos de pesquisa aplicada. O instrumento utilizado, nesse caso, é o Fundo Tecnológico (BNDES Funtec), que representa metade do apoio à inovação do Banco ao setor.

³⁶ O conceito de porte para o BNDES é calculado conforme a ROB anual do grupo econômico: micro até R\$ 2,4 milhões; pequena até R\$ 16 milhões; e média até R\$ 90 milhões.

Em virtude da característica de integração de diferentes plataformas tecnológicas inerente aos equipamentos médicos, o desenvolvimento de tecnologias transversais pode contribuir para o aumento da competitividade da indústria.

Apesar da relevância e do dinamismo projetado pela demanda doméstica, é importante que as empresas brasileiras possam se expor à competição internacional. O apoio do BNDES à exportação, mesmo com um baixo valor mínimo para operações (US\$ 200 mil), ficou restrito a poucas grandes empresas, refletindo o foco no mercado interno e a dificuldade de posicionamento da indústria no exterior, embora com exceções em alguns segmentos.

Cabe ao BNDES, considerando a relevância da indústria de equipamentos médicos na articulação entre as dimensões tecnológica, econômica e social do desenvolvimento, adotar uma postura ativa, buscando induzir projetos de investimento que melhorem a inserção competitiva das empresas brasileiras. A seção seguinte aborda propostas para uma nova forma de ação do BNDES na indústria.

Considerações finais e proposta de políticas públicas

Diante da heterogeneidade da estrutura produtiva e tecnológica da indústria de equipamentos médicos no Brasil, este trabalho procurou identificar oportunidades para uma ação mais focada das políticas públicas. As intensas mudanças observadas no cenário mundial geram desafios e oportunidades e impõem a necessidade de se encontrarem espaços competitivos para a indústria brasileira.

Dessa forma, o diagnóstico dos segmentos selecionados da indústria procurou ressaltar a estrutura de cada mercado, as tendências tecnológicas e o estágio competitivo das empresas brasileiras, com o objetivo de identificar áreas prioritárias para apoio.

No segmento de diagnósticos *in vitro*, os dispositivos e reagentes para testes rápidos do tipo POC foram considerados prioritários, principalmente em função das menores barreiras de entrada e da possibilidade de ampliação do acesso da população à saúde, se levadas em conta as dimensões continentais do país e a crescente demanda por diagnósticos fora dos grandes centros urbanos.

No segmento de diagnósticos por imagem, discutiu-se o papel estratégico do domínio da tecnologia de ultrassom no país. Além de apresentar uma boa relação custo-efetividade e de ser prioritária para a saúde pública, existe uma tendência de ampliação das aplicações dessa tecnologia em campos hoje dominados pelas tecnologias de raios X, com a vantagem de permitir maior portabilidade.

No segmento de implantes, foi proposta a priorização tanto de implantes bioabsorvíveis quanto daqueles com microeletrônica embarcada. No primeiro caso, existe uma grande aposta da indústria, e, dada a competência existente no Brasil no desenvolvimento de novos materiais, esta parece ser uma oportunidade para a área de implantes ortopédicos no país. Os implantes com microeletrônica embarcada, por sua vez, apesar da grande importância para a saúde pública, têm sua demanda totalmente atendida por importações.

Também de grande importância para a saúde pública são os produtos priorizados no segmento de eletromédicos – equipamentos para hemodiálise e para cuidados intensivos. A necessidade de complementação de portfólio das empresas brasileiras para a oferta de soluções completas, como salas cirúrgicas e unidades de cuidado intensivo, é essencial para a competitividade da indústria.

Com base nas características das tecnologias estratégicas e dos produtos identificados em cada segmento, foi possível inferir três temas transversais para uma inserção mais competitiva da indústria brasileira: (i) o desenvolvimento de soluções custo-efetivas e de grande impacto para a saúde pública; (ii) o desenvolvimento de equipamentos e dispositivos portáteis ou miniaturizados para diagnóstico e tratamento e; (iii) o desenvolvimento de TIC para a saúde, em função da crescente importância da área para o setor.

Em relação ao primeiro tema, a existência de um sistema universal de saúde associado a políticas de incentivo à aquisição de produtos nacionais (margem de preferência) cria espaços positivos para a indução de determinadas áreas da indústria. Um mercado público relevante pode, assim, viabilizar o desenvolvimento e a produção de soluções de melhor custo-efetividade para o sistema de saúde.

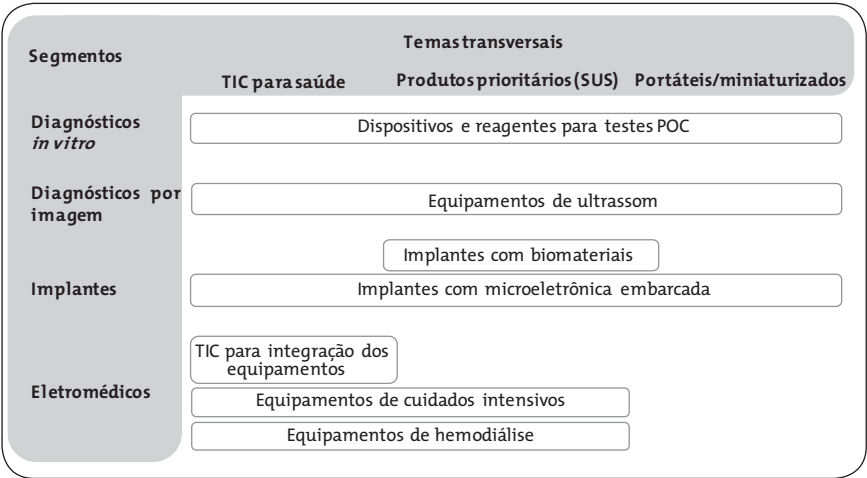
Da mesma forma, a dimensão continental do território brasileiro, ao mesmo tempo em que gera enormes desafios para o sistema de saúde, viabiliza demanda para soluções que permitam a mobilidade e a descentralização

dos tratamentos. Por isso, equipamentos portáteis, miniaturizados ou que demandem menor infraestrutura dedicada ganham ainda mais importância.

Nesse sentido, a aplicação de TIC em saúde representa uma grande oportunidade para o país, pois permite racionalizar os custos e ampliar a capilaridade do sistema de saúde, além de constituir uma das principais áreas de avanço tecnológico da indústria em âmbito internacional. No médio e longo prazo, a incorporação de TIC deve constituir um passo fundamental para a sustentabilidade dos sistemas de saúde no mundo. Por isso, o desenvolvimento de dispositivos e *softwares* hospitalares para integração, gerenciamento de dados e transmissão de dados clínicos são particularmente importantes.

Em cada um dos segmentos selecionados, foi possível associar as possibilidades de ação identificadas no país às três oportunidades transversais apresentadas, resultando na eleição de equipamentos e dispositivos considerados prioritários para apoio na indústria brasileira de equipamentos médicos. A Figura 5 expõe um resumo dos temas prioritários para apoio na indústria de equipamentos médicos no Brasil.

Figura 5 | Temas prioritários para apoio na indústria de equipamentos e dispositivos médicos



Fonte: Elaboração própria.

A identificação de espaços competitivos é uma condição necessária, mas não suficiente para uma inserção mais competitiva da indústria brasileira de equipamentos médicos. Uma segunda condição reside na maior convergência

das políticas públicas no Brasil. Em relação ao financiamento, em particular a multiplicidade de instituições e fontes, em conjunto com o grande número de pequenas e médias empresas que compõem o setor, contribui para a pulverização dos recursos, limitando o alcance de investimentos de maior vulto no desenvolvimento e na produção de tecnologias-chave para o país.

A partir desse diagnóstico, está em andamento a elaboração de um plano de ação conjunta de apoio à indústria de equipamentos médicos entre os principais agentes públicos de financiamento à inovação – BNDES e Finep – visando organizar o fomento e a articulação entre os diferentes instrumentos de ambas as instituições. Além delas, a participação do Ministério da Saúde na construção do plano é parte fundamental desse processo, ao organizar a demanda e contribuir na eleição das prioridades de saúde pública.

Este artigo é parte desse processo de reflexão, visando ao subsídio a um plano de ação coordenado que pode contribuir, de fato, para a inserção competitiva da indústria brasileira de equipamentos e dispositivos médicos.

Referências

ABIMO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ARTIGOS E EQUIPAMENTOS MÉDICOS, ODONTOLÓGICOS, HOSPITALARES E DE LABORATÓRIOS. *Estudo Setorial da Indústria de Equipamentos Odonto-Médico Hospitalar e Laboratorial no Brasil*. São Paulo, abr. 2012.

ANS – AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. *Foco Saúde Suplementar*. 2012. Disponível em: <www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Perfil_setor/Foco/20120816_web_foco_junho_2012.pdf>. Acesso em: dez. 2012.

AZEVEDO-MARQUES, P. *et al.* Integração RIS/PACS no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto: uma solução baseada em “web”. *Revista de Radiologia Brasileira*, v. 38, p. 37-43, 2005.

BODENHEIMER, T. Medicine and Public Issues. High and Rising Health Care Costs: Part 1: Seeking an Explanation. *Annals of Internal Medicine*, v. 142, n. 10, p. 847-854, 17 mai. 2005a. Disponível em: <http://geiselmed.dartmouth.edu/cfm/education/PDF/heath_care_costs_1.pdf>. Acesso em: nov. 2012.

_____. Medicine and Public Issues. High and Rising Health Care Costs: Part 2: Technologic Innovation. *Annals of Internal Medicine*, v. 142, n. 11, p. 932-937, 7 jun. 2005b. Disponível em: <http://geiselmed.dartmouth.edu/cfm/education/PDF/heath_care_costs_2.pdf>. Acesso em: nov. 2012.

CARDIOGENICS. *The In Vitro Diagnostics Market*, 2011. Disponível em: <www.cardiogenics.com/market_advantages/IVD_White_paper.pdf>. Acesso em: nov. 2012.

CHAPMAN, M.; GATTAS, D.; SUNTHARALINGAM, G. Innovations in technology for critical care medicine. *Critical Care*, v. 8, n. 2, 2004. Disponível em: <www.biomedcentral.com/content/pdf/cc2843.pdf>. Acesso em: dez. 2012.

CINCO estados recebem mutirão de cirurgia ortopédica. *Portal Brasil*, 2012. Disponível em: <www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/09/21/cinco-estados-recebem-mutirao-de-cirurgia-ortopedica>. Acesso em: 31 out. 2012.

DATAMONITOR. *Epidemiology: Major Orthopedic Surgery – On the rise as the global elderly population continues to grow*. 12 mai. 2011.

ENNES, J. UnitedHealth prevê expansão acelerada. *Valor Econômico*, São Paulo, 28 nov. 2012. Disponível em: <www.valor.com.br/empresas/2920194/unitedhealth-preve-expansao-acelerada>. Acesso em: dez. 2012.

ERNST & YOUNG. Pulse of the Industry. *Medical technology report*. 2010.

EVALUATE PHARMA. World Preview 2018: a consensus view of the medical device and diagnostic industry. EUA, 2012. Disponível em: <http://info.evaluatepharma.com/MTWP2018_SR_LP.html>. Acesso em: jan. 2013.

FRESENIUS. *Annual Report*, 2011. Disponível em: <www.fresenius.com/documents/F_GB11_2011_e_Internet.pdf>. Acesso em: nov. 2012.

GBI RESEARCH. *Rapid Tests and Point of Care Market to 2017 – Clinical Chemistry Tests to be the Major Revenue Generator*, fev. 2012.

GLOBAL DATA. Brazil Orthopedic Devices Market Analysis and Forecasts to 2015, jul. 2009.

_____. *Cardiovascular Devices – Emerging Countries (China, Índia, Brasil) Opportunity Assessment, Competitive Landscape and Market Forecasts to 2016*. 2010.

_____. *In Vitro Diagnostics (IVD) – Emerging Countries (Brasil, Rússia, Índia, China) Opportunity Assessment, Competitive Landscape and Market Forecasts to 2018*. 2012.

GHTF – GLOBAL HARMONIZATION TASK FORCE. Definition of the terms ‘Medical Device’ and ‘In Vitro Diagnostic (IVD) Medical Device’. 2012.

GLOBAL INFORMATION RESEARCH. *Kidney Dialysis Equipment and Supplies*. 2012a.

_____. *Telemedicine Monitoring: Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2012 to 2018*. 2012b.

GUTIERREZ, R. M. V.; ALEXANDRE, P. V. M. Complexo Industrial da Saúde: Uma Introdução ao Setor de Insumos e Equipamentos de Médico. *BNDES Setorial*, n. 19, p. 119-155. Rio de Janeiro, BNDES, mar. 2004. Disponível em: <www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1906.pdf>. Acesso em: out. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Conta-Satélite de Saúde, Brasil 2007-2009. *Contas Nacionais*, n. 37, 2012. Disponível em: <www.portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/conta_satelite_saude_2007_2009.pdf>. Acesso em: nov. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Industrial Anual (PIA)*. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/produtos/produto2009/defaultproduto.shtm>>. Acesso em: jan. 2012.

KALORAMA. *The report, Worldwide Point of Care Diagnostic Test Markets*. 2010.

_____. *The World Market for Molecular Diagnostics (Infectious Disease, Oncology, Blood Screening, Pre-Natal and Other Areas): Potential and Reality, What's Hot and What's Not*. 2011.

LITTLE, A. D. *UK Sector Competitiveness – analysis of six healthcare equipment segments*. Inglaterra, Departamento de Indústria e Comércio da Inglaterra, mai. 2005. Disponível em: <<http://www.bis.gov.uk/files/file10462.pdf>>. Acesso em: ago. 2012.

LUCINTEL. *Global Cardiovascular Device Industry 2012-2017: Trend, Profit and Forecast Analysis*. Mar. 2012.

MARKET PUBLISHERS. *Orthopedic Implants – a Global Market Overview*. 1º nov. 2011.

MARKETS AND MARKETS. *Global Fetal and Neonatal Care Equipment Market Forecast (2011-2016)*. 2011.

MARS MARKET INSIGHTS. *A Bright Future for Diagnostic Imaging in Ontario*. 2009.

MATSUYAMA, K.; CORTEZ, M. F. Asahi Kasei Will Buy Zoll for \$2.2 Billion to Expand in U.S. Health Care. *Bloomberg News*, 12 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/news/2012-03-12/asahi-kasei-is-set-to-pay-as-much-as-2-2-billion-to-purchase-zoll-medical.html>>. Acesso em: jan. 2013.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Processo Produtivo Básico – PPB*. 2012. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=1103>>. Acesso em jan. 2013.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *The global burden of disease: 2004 update*. Genebra: OMS, 2008. Disponível em: <www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2012.

PARMAR, A. Analyst: Biotronik gains ground on the Big Three in medical devices. *Medcity News*, 12 mai. 2011. Disponível em: <<http://medcitynews.com/2011/05/analyst-biotronik-gains-ground-on-the-big-three-in-medical-devices/>>. Acesso em: 3 jan. 2013

PIERONI, J. P.; REIS, C.; SOUZA, J. O. B. A indústria de equipamentos e materiais médicos, hospitalares e odontológicos: uma proposta de atuação do BNDES. *BNDES Setorial*, n. 31, p.185-226. Rio de Janeiro, BNDES, mar. 2010. Disponível em: <www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3105.pdf>. Acesso em: jul. 2012.

PIMENTEL, V. *et al.* Saúde como desenvolvimento: perspectivas para a atuação do BNDES no Complexo Industrial da Saúde. In: BNDES. *BNDES 60 anos – perspectivas setoriais.*, v. 1, p. 300-333. Rio de Janeiro, out. 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro60anos_perspectivas_setoriais/Setorial60anos_VOL1ComplexoIndustrialSaude.pdf>. Acesso em: dez. 2012.

PINTO, J. R. C. Biomateriais Aplicados em Derivação Ventrículo-peritoneal. In: 7º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ÓRGÃOS ARTIFICIAIS E BIOMATERIAIS. *Resumo on-line*. Natal (RN), ago. 2012. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/7colaob/cronograma-detalhes-info.php?cod=102>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

PRTM. *Medical Device Supply Chain Priorities in Emerging Markets Survey*, abr. 2011.

PWC. *Medical Cost Trends 2013: behind the numbers*. EUA: PWC, 2012.

SILVA, L. K. Avaliação tecnológica e análise custo-efetividade em saúde: a incorporação de tecnologias e a produção de diretrizes clínicas para o SUS. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 501-520, 2003. Disponível em: <www.scielo.org/pdf/csc/v8n2/a14v08n2.pdf>. Acesso em: dez. 2012.

TILLY, C. *The Medical Diagnostic Imaging Equipment Industry*. 1999. University of Massachusetts. Disponível em: <http://www.uml.edu/centers/CIC/Research/Tilly_Research/Diagnostic%20imaging%20110199.pdf>. Acesso em: nov. 2012.

US INTERNATIONAL TRADE COMMISSION. *Medical Devices and Equipment: Competitive Conditions Affecting U.S. Trade*. Publicação USITC 3909, 2007.

VISION GAIN. In Vitro Diagnostics: World Market Outlook 2012-2022. *Relatório*. 2012.

XEYLA, R. P. Serviços de radioterapia são ampliados no país. *Atendimento Oncológico*. Portal da Saúde. 2012. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/noticia/6302/162/servicos-de-radioterapia-%3Cbr%3Esao-ampliados-no-pais.html>>. Acesso em: jan. 2013.

WAKABAYASHI, D. Empresas japonesas põem a mira em clientes corporativos. *The Wall Street Journal*, 20 ago.2012. Disponível em: <<http://online.wsj.com/article/SB1000087239639044443504577599851615058834.html>>. Acesso em: jan. 2013.

WECHSLER, R. *et al.* A informática no consultório médico. *Jornal de Pediatria*. v. 79, Supl.1, 2003.

Sites consultados

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – <www.anvisa.org.br>.

ALICEWEB 2 – <www.aliceweb2.mdic.gov.br>.

ATA – AMERICAN TELEMEDICINE ASSOCIATION – <www.americantelemed.org>.

ABIMO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ARTIGOS E EQUIPAMENTOS MÉDICOS, ODONTOLÓGICOS, HOSPITALARES E DE LABORATÓRIOS – <www.abimo.com.br>.

DATASUS – <pni.datasus.gov.br>.

MS – MINISTÉRIO DA SAÚDE – <www.saude.gov.br>.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR –
<www.desenvolvimento.gov.br>.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – <[www.who.int/
immunization_standards](http://www.who.int/immunization_standards)>.

A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas

Rangel Galinari
Job Rodrigues Teixeira Junior
Ricardo Rodrigues Morgado*

Resumo

Parte significativa dos ramos da indústria tradicional brasileira vem desde meados da década passada sofrendo sucessivos revezes nos mercados interno e externo. A fabricação de artigos do mobiliário, um dos importantes representantes dessa indústria, tem demonstrado certa robustez. A despeito da amplificação da concorrência, advinda de recentes transformações no âmbito do comércio internacional, a indústria brasileira de móveis sinaliza que se mantém relativamente competitiva no mercado doméstico. Historicamente pouco internacionalizada, vem, por outro lado, perdendo lentamente espaço no exterior. À luz desses fatos, o presente trabalho busca entender a natureza da aparente dualidade da competitividade dessa tradicional indústria. Para tanto, analisa diferentes dimensões da competitividade, abarcando fatores que dependem diretamente da ação empresarial, não deixando de destacar, porém, a relevância de questões estruturais ou sistêmicas.

* Respectivamente, economista, gerente e administrador do Departamento de Bens de Consumo, Comércio e Serviços da Área Industrial do BNDES.

Introdução

A indústria moveleira mundial vem experimentando importantes transformações nas últimas décadas. Inovações no âmbito do transporte transoceânico e a maior abertura das economias modernas ao comércio e aos investimentos produtivos intensificaram o processo de internacionalização dessa indústria. Na esteira desses acontecimentos, grandes redes varejistas vêm mudando o padrão de competitividade do setor à medida que estruturam redes globais de fornecedores, sobre as quais exercem grande influência.

Pouco inserida nas redes internacionais de fornecedores, a indústria moveleira do Brasil assiste nos anos 2000 a um rápido ganho de participação de produtos asiáticos, em especial chineses, em seus principais mercados. A partir da segunda metade daquela década, as exportações brasileiras entraram em uma rota declinante, assim como o saldo comercial do setor. Apesar de as exportações brasileiras de móveis serem tradicionalmente modestas, tanto em escala global, como em relação à produção doméstica, a redução no valor exportado sugere que o setor vem perdendo competitividade no *front* externo. Por outro lado, apesar do crescimento das importações observado nos últimos anos, o mercado brasileiro continua abastecido majoritariamente pela produção interna. Os artigos do mobiliário que vêm ganhando espaço nos mercados mundiais não têm o mesmo desempenho no mercado brasileiro, sugerindo que a produção doméstica é competitiva no *front* interno.

O objetivo do presente trabalho é entender a natureza da aparente perda de competitividade dos móveis brasileiros no mercado internacional, assim como sua resistência no mercado interno. O trabalho está dividido em cinco seções, incluindo esta introdução e as considerações finais. A próxima seção engloba a caracterização do setor, uma breve descrição da indústria mundial e uma análise mais detalhada do desempenho da indústria brasileira na década passada e no início da presente. A terceira discute brevemente o conceito de competitividade e seus determinantes e avalia a indústria moveleira do Brasil segundo suas principais métricas. Além disso, analisam-se os principais fatores determinantes da competitividade do setor, considerando desde os que dependem de ações diretas das firmas até os completamente independentes, de cunho estrutural ou sistêmico. A quarta seção é reservada a uma breve descrição do apoio do BNDES à indústria moveleira do Brasil.

Vale destacar que a análise do setor foi enriquecida por visitas dos autores a empresas dos polos moveleiros de Ubá (MG), São Bento do Sul (SC) e Bento Gonçalves (RS), bem como pela aplicação de um questionário a 340 empresas dessas regiões, das quais 34 responderam.¹

Caracterização do setor

A fabricação de móveis, em especial os de madeira, pode ser considerada uma das mais tradicionais atividades da indústria de transformação. O setor reúne características como elevada utilização de insumos de origem natural, emprego relativamente intensivo de mão de obra, reduzido dinamismo tecnológico e alto grau de informalidade.

Algumas particularidades do setor redundam no estabelecimento de baixas barreiras à entrada: o investimento inicial em ativos físicos para certos tipos de produção não são demasiado vultosos, a maior parte das inovações tecnológicas do setor é gerada por fornecedores de insumos e de bens de capital, as condições de apropriabilidade de uma das principais fontes de diferenciação de produtos, o *design*, são extremamente baixas. Além disso, a existência de etapas do processo produtivo cuja automação é difícil, como montagem e estofamento, não favorece o surgimento de empresas grandes o suficiente para ter alto poder de mercado.

É grande a heterogeneidade do setor no tocante ao uso de tecnologias. Alguns tipos de produto admitem processos de fabricação com elevada automação, como os móveis retilíneos elaborados com madeiras reconstituídas (MDF, MDP etc.), enquanto outros demandam grande quantidade de trabalhos manuais, como os móveis artesanais de madeira maciça. Coexistem no setor empresas de porte médio ou grande que produzem em massa, empregando máquinas e equipamentos de elevado conteúdo tecnológico, empresas parcialmente automatizadas, além de micro e pequenas empresas intensivas em trabalho.

O setor é marcado também pela existência de muitos nichos que advêm de uma complexa segmentação que combina elementos como: o tipo de uso – móveis residenciais, de escritório e institucionais –, o material predominante em sua confecção, a classe de consumo para a qual é projetado (A, B, C, D ou E) e até mesmo a faixa etária dos prováveis usuários.

¹ Os autores agradecem o apoio e a receptividade ao Intersind (Ubá), ao Sindusmóbil (São Bento do Sul), à Movergs (Bento Gonçalves) e às empresas visitadas ou que responderam ao questionário.

Esses atributos determinam uma estrutura de mercado pulverizada, heterogênea, dotada de variados nichos e com presença marcante de micro e pequenas empresas. A diversidade do setor também é grande no que tange ao padrão de concorrência, já que a competição é pautada basicamente por preços, nos segmentos mais populares, e por atributos como qualidade, *design* e marca, nos superiores.

A indústria mundial de móveis

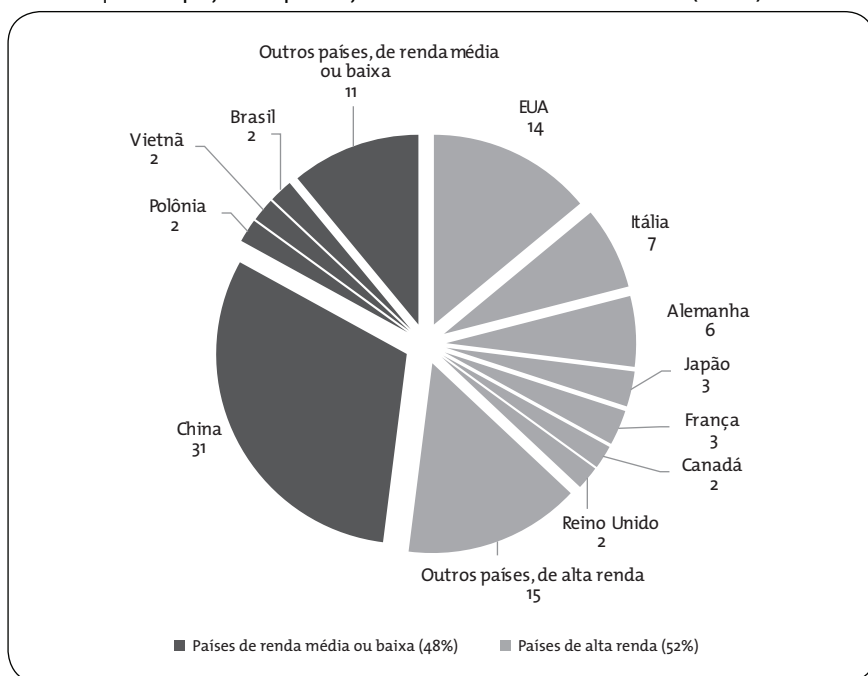
Segundo Projeto PIB (2009), até meados da década de 1990 os países desenvolvidos eram os principais produtores e consumidores de móveis. Desde então, a progressiva redução de barreiras ao comércio e aos investimentos internacionais, inovações no âmbito do transporte marítimo, da embalagem de produtos frágeis e das tecnologias da informação e comunicação aprofundaram o processo de globalização da indústria moveleira.

Nesse contexto, empresas varejistas e fabricantes de móveis dos países centrais passaram a desenvolver fornecedores ou a instalar plantas produtivas em países em desenvolvimento (notadamente na Ásia) com vistas a se beneficiar de menores custos de mão de obra e de insumos e, ainda, a explorar os mercados locais. Ora em curso, tal processo vem gradativamente estruturando cadeias globais de produção, governadas por grandes redes varejistas, nas quais as competências de maior agregação de valor, como o *design*, o *marketing*, a criação e o fortalecimento de marcas, tendem a ficar concentradas nos países desenvolvidos, enquanto a manufatura se estabelece nos países em desenvolvimento.

Apesar do menor dinamismo econômico verificado nos países centrais em anos recentes e do processo de realocização descrito, o mundo desenvolvido ainda responde pela maior parte da produção global de móveis (52% do total), como evidencia o Gráfico 1. Por outro lado, a China, que pertence ao grupo de países de renda média ou baixa, é o maior produtor mundial, respondendo por 31% do total. Em seguida estão os Estados Unidos (14% do total global), a Itália (7%) e a Alemanha (6%).

Os maiores produtores mundiais também figuram como grandes *players* do mercado internacional. Atualmente, o *ranking* dos cinco maiores exportadores, em ordem decrescente de valor, é formado por China, Alemanha, Itália, Polônia e Estados Unidos, segundo dados de 2011 da United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD).

Gráfico 1 | Participação na produção mundial de móveis em 2010 (em %)



Fonte: CSIL Milano.

Os países desenvolvidos apresentam elevado consumo *per capita* de móveis. Segundo IEMI (2009), no ano de 2008 a União Europeia registrou consumo de US\$ 252 por habitante, os Estados Unidos de US\$ 293, o Canadá de US\$ 368 e o Japão de US\$ 122. O elevado consumo e a escassez relativa de matérias-primas nesses países os impedem de ser autossuficientes. Embora sejam grandes produtores, os países desenvolvidos figuram como os maiores importadores do planeta. Em ordem decrescente de valor, o *ranking* 2011 dos maiores importadores mundiais é formado por Estados Unidos, Alemanha, França, Reino Unido e Japão, segundo dados da UNCTAD.

A indústria brasileira de móveis

A indústria moveleira do Brasil tem histórica especialização na produção de artigos confeccionados com madeira, já que fatores geográficos e climáticos favorecem a oferta em abundância de insumos de origem florestal no país. De acordo com informações da Associação das Indústrias de Móveis

do Estado do Rio Grande do Sul (Movergs)² referentes ao ano de 2011, a fabricação de móveis de madeira maciça ou reconstituída (painéis MDF, MDP etc.) representa cerca de 84% do total produzido nacionalmente.

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira (Abipa), do total de madeiras consumidas na produção de móveis no Brasil no ano de 2008, apenas 7% corresponderam a madeiras maciças, 36% a madeiras reflorestadas (pinus e eucalipto) e 57% a painéis de madeira. A maior parte desses insumos é adquirida de fornecedores nacionais. Apenas as matérias-primas mais elaboradas, como laminados de alta resistência (fôrmica), MDF e MDP revestidos, têm participação relevante de importados.

Estimativas de IEMI (2011) sugerem que aproximadamente 76% das empresas moveleiras do Brasil fabricam produtos de forma seriada, isto é, móveis padronizados, cujas características físicas não podem ser alteradas pelos consumidores. Para os próximos anos, espera-se um crescimento na produção de móveis modulados, planejados e sob desenho. Mudanças recentes no mercado imobiliário vêm implicando reduções das áreas úteis dos imóveis, o que valoriza as soluções que maximizam o aproveitamento de espaço. Ademais, caso o país continue a combinar crescimento com distribuição de renda, é razoável supor que o consumo de móveis se sofisticue, aumentando a demanda por projetos de decoração que contam com planejamento de mobiliário.

A importância do setor moveleiro para a economia brasileira é claramente percebida por meio de sua capacidade de geração de empregos, por sua disseminação pelo território nacional e pela grande quantidade de encadeamentos a montante e a jusante de sua cadeia produtiva (Figura 1).

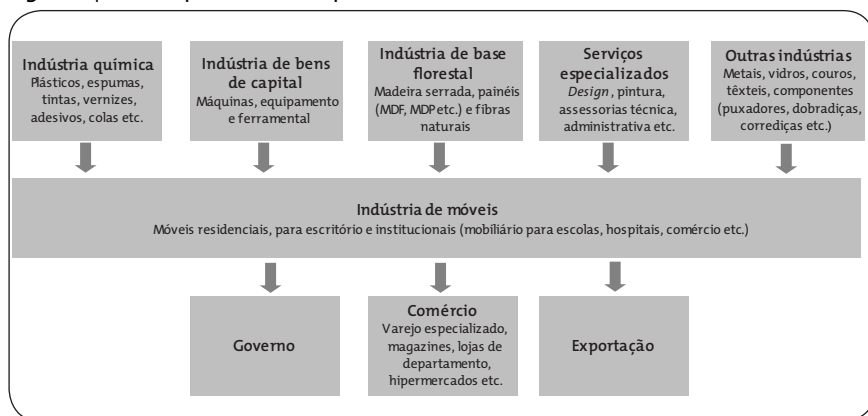
Em 2011 o setor foi responsável por mais de 269.000 empregos diretos, quantidade que correspondeu a 3,5% do emprego formal da indústria de transformação brasileira, segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) 2011, do Ministério do Trabalho e Emprego.

A atividade é bastante difundida pelo território brasileiro (Figura 2). Com a grande presença de pequenos empreendimentos, sobretudo marcenarias que executam trabalhos customizados, a atividade é registrada em praticamente todo o território nacional. Não obstante, adensa-se nas regiões Sudeste (que detém 43% do emprego setorial) e Sul (40%) do país, onde

² Disponível em: <http://www.movergs.com.br/arquivos/apresentacao_movergs_para_o_site.pdf>. Acesso em: 23.1.2013.

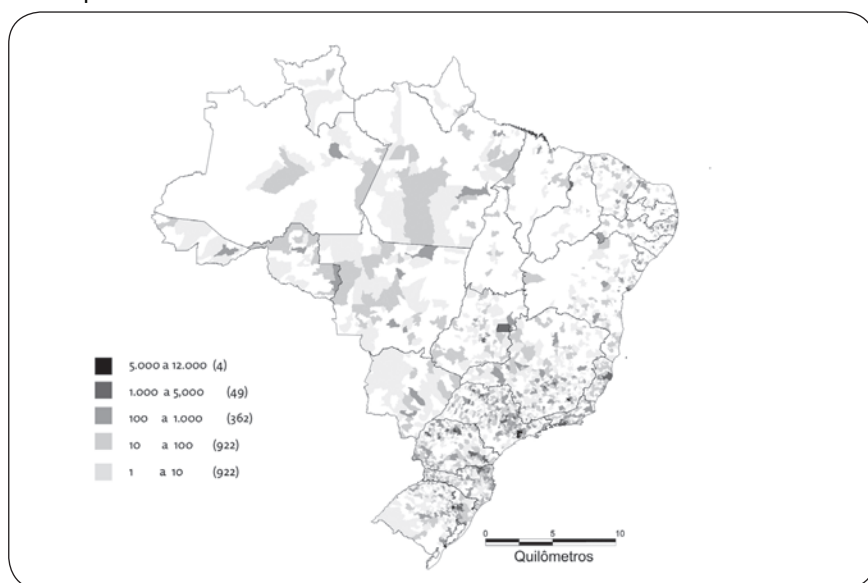
também estão localizados os principais polos produtores: Bento Gonçalves (RS), Arapongas (PR), Ubá (MG), São Bento do Sul (SC), Linhares (ES), Mirassol (SP), Votuporanga (SP) e Região Metropolitana de São Paulo.

Figura 1 | Cadeia produtiva simplificada da indústria moveleira



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 | Distribuição do emprego formal da indústria de móveis entre os municípios brasileiros em 2011

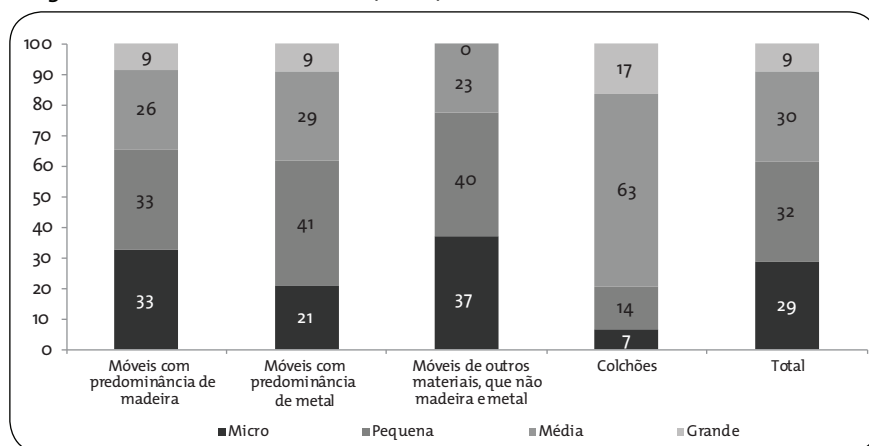


Fonte: Elaboração própria, com base em dados de MTE/Rais (2011).

Dados da Rais também evidenciam que, no conjunto de empresas formalmente constituídas do setor, predomina o emprego em estabelecimentos de portes micro, pequeno e médio (MPME). Em 2011, apenas 9% dos empregados da indústria de móveis trabalhavam em grandes empresas (Gráfico 2).

Do ponto de vista social, o porte médio das empresas e a difusão territorial da atividade são importantes porque favorecem a concretização do empreendedorismo individual e oferecem oportunidades de emprego nos mais diversos subsistemas regionais de produção, até mesmo nos economicamente menos dinâmicos. Por outro lado, tornam evidente que parte substantiva da produção não se beneficia de economias de escala internas ou externas às firmas.

Gráfico 2 | Participação do emprego em estabelecimentos de portes micro, pequeno, médio e grande nos principais segmentos da atividade de produção de artigos do mobiliário – Brasil, 2011 (em %)



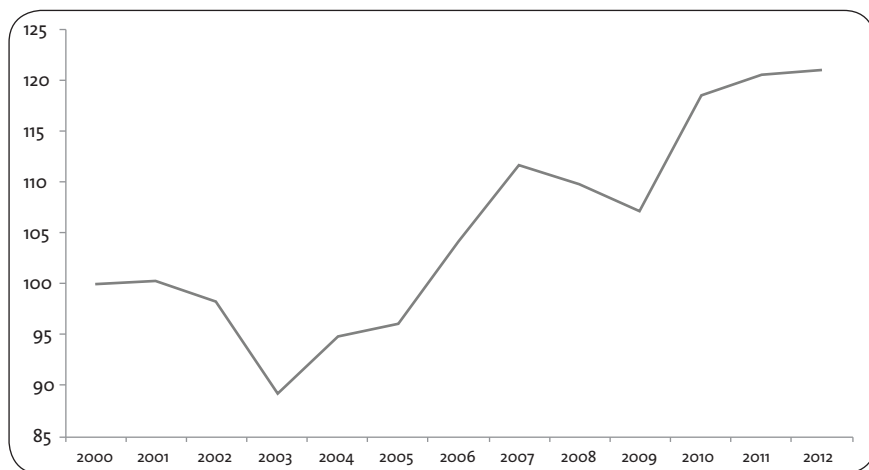
Fonte: MTE/Rais (2011).

O valor bruto da produção industrial de artigos do mobiliário no Brasil chegou a R\$ 22,98 bilhões em 2010, de acordo com a *Pesquisa Industrial Anual (PIA Empresa)* do IBGE. Tal valor representa 1,3% do total produzido pela indústria de transformação brasileira.

Em anos recentes, a produção da atividade apresentou desempenho positivo, com alternância de períodos de crescimento e de declínio. O Gráfico 3 mostra o índice acumulado da variação real da produção de artigos do mobiliário no Brasil entre os anos 2001 e 2012. Nota-se que, depois das quedas verificadas em 2002 e 2003, a atividade experimenta um período de

vigorosa recuperação, interrompido apenas durante os anos mais agudos da crise financeira internacional. Em termos reais, a atividade obteve expansão anual média de 1,7% durante os anos 2000, chegando ao fim da década com um crescimento acumulado de 19% e de 21% no acumulado 2001-2012.

Gráfico 3 | Índice de base fixa anual da produção física de artigos do mobiliário no Brasil entre 2001 e 2012 (base 2000 = 100)



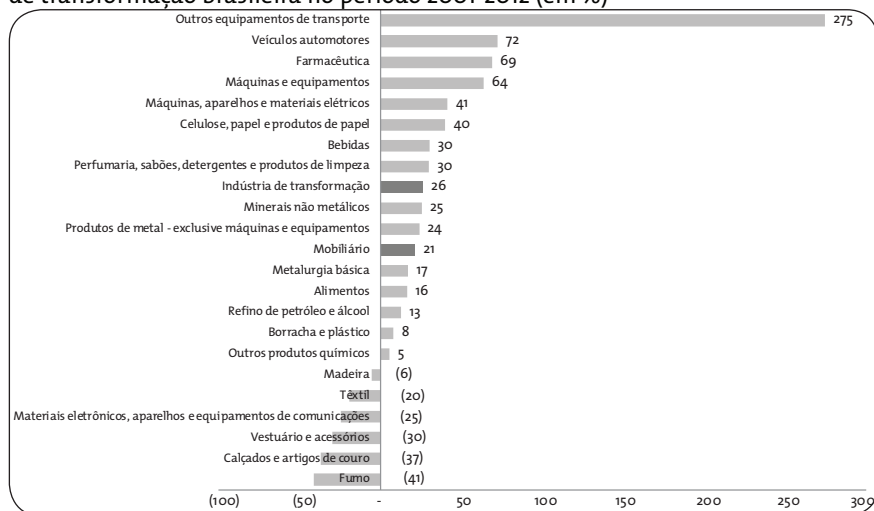
Fonte: IBGE – Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física PIM-PF.

O resultado acumulado da produção de artigos do mobiliário ficou aquém do verificado para a indústria de transformação (Gráfico 4). Nota-se, porém, que, entre as indústrias tradicionais, a fabricação de artigos de mobiliário se mostrou das mais dinâmicas, crescendo mais do que a produção de alimentos, madeiras, têxteis, vestuário, calçados e artigos de couro. Também obteve melhor desempenho que setores tecnologicamente mais avançados, como refino de petróleo e álcool, outros produtos químicos, materiais eletrônicos e equipamentos de comunicação.

A balança comercial brasileira de artigos do mobiliário logrou saldos positivos durante todos os anos da última década, assim como no início da presente. Todavia, seu resultado apresentou tendências distintas nas duas metades do período em questão. O superávit comercial do setor se elevou de maneira consistente até a metade dos anos 2000, decrescendo, porém, em seguida (Gráfico 5). No primeiro período, houve uma combinação de crescimento das exportações com montantes reduzidos de importações, ao passo que, no seguinte, essa virtuosa situação se reverte. As exportações caem, enquanto as importa-

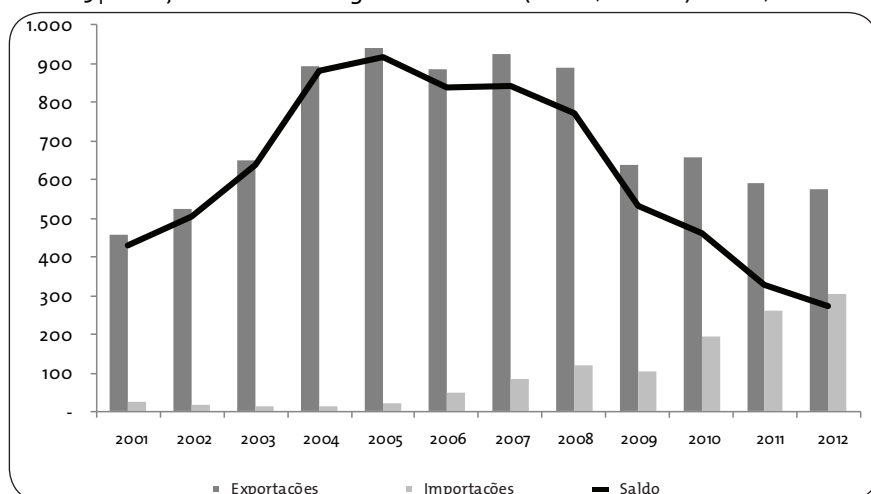
ções crescem aceleradamente – a uma taxa média de 50% a.a., entre 2005 e 2012 – e se tornam parte relevante do fluxo comercial de móveis do Brasil.³

Gráfico 4 | Crescimento acumulado da produção física de produtos da indústria de transformação brasileira no período 2001-2012 (em %)



Fonte: IBGE – Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física PIM-PF.

Gráfico 5 | Balança comercial de artigos do mobiliário (em US\$ milhões) – Brasil, 2001-2012



Fonte: Secex/AliceWeb.

³ Em 2001, as importações representavam apenas 6% do fluxo comercial (soma de exportações e importações) de móveis do Brasil com o resto do mundo. Essa participação cresce ao longo da segunda metade dos anos 2000, chegando a 35% em 2012.

O desempenho das exportações brasileiras de móveis é ditado pela dinâmica do segmento de móveis de madeira. No período analisado, as exportações de móveis desse material vêm se mantendo em torno de 80% do total.

Embora o Brasil exporte móveis para mais de uma centena de países, existe uma clara concentração em alguns mercados. No início da década passada, 82% do valor exportado estavam concentrados em apenas sete nações, a saber: Estados Unidos (32%), França (14%), Argentina (13%), Reino Unido (8%), Holanda (5%), Alemanha (5%) e Uruguai (5%).

O declínio das exportações brasileiras é explicado, sobretudo, pela redução das compras de países desenvolvidos, especialmente dos Estados Unidos, cujas aquisições de móveis do Brasil caíram 40% entre 2001 e 2012. O resultado da balança do setor só não foi pior em função da diversificação de parceiros comerciais. Em 2012, o Brasil exportou móveis para 152 países. Entre estes, Angola, destino de 9% do valor total, tornou-se o terceiro maior parceiro, atrás apenas de Estados Unidos (13%) e Reino Unido (12%). Países como Chile (5%), Bolívia (5%), Peru (5%) e Paraguai (5%) ampliaram suas compras e também se tornaram importantes destinos.

A composição da pauta importadora de móveis do Brasil é sobremaneira distinta da exportadora. No início da década passada, o valor das importações de móveis de madeira representava 17% do total. Embora em termos absolutos seu valor tenha crescido a uma média de 16% a.a. entre 2001 e 2012, representa atualmente apenas 9% do total. A tendência de crescimento de importações do setor foi determinada por segmentos em que o Brasil é pouco competitivo, como o de móveis produzidos com materiais plásticos e metais, sobretudo assentos giratórios.

As importações provenientes de países asiáticos, principalmente da China, destacam-se das demais. No início da década, as importações originadas da Ásia respondiam por 16% do total. Crescendo a uma taxa média anual de 36%, chegaram a 67% em 2012.

Como se verá nas próximas seções, apesar de as importações de artigos do mobiliário seguirem uma rota ascendente nos últimos anos, a indústria de móveis do Brasil é bastante sólida no mercado interno. O consumo de móveis no país vem aumentando, e a indústria nacional, em especial nos segmentos de madeira, mostra-se capaz de responder a essa demanda ampliada. Importante frisar que as importações desse setor se aceleraram menos que as de

outros ramos da indústria tradicional nos anos 2000 – ver Teixeira Jr. *et al.* (2012). Por outro lado, as exportações brasileiras de artigos do mobiliário não estão conseguindo acompanhar o aquecimento do comércio internacional e entraram em uma rota decrescente.

Depreende-se desses fatos que a competitividade da indústria moveleira do Brasil tem diferentes facetas nos mercados interno e externo. Considerando isso, as próximas seções abordarão conceitos, medidas e fatores que influenciam (negativa ou positivamente) a competitividade do setor. Espera-se, com isso, responder a três questões: (1) Que fatores determinam a dualidade competitiva nos mercados interno e externo? (2) Na conjuntura atual, a perda de competitividade no mercado externo é preocupante? (3) Quais as fontes da aparente competitividade no mercado interno e em que medida são sustentáveis?

Competitividade

A literatura econômica não oferece uma definição objetiva e satisfatoriamente abrangente do termo competitividade. Para entender o fenômeno, duas abordagens são utilizadas com frequência. A primeira delas, mais intuitiva, baseia-se no conceito *ex-post* de desempenho. Já a segunda, mais complexa, confere uma análise *ex-ante*, calcada no conceito de eficiência.

Na abordagem do desempenho, a competitividade de firmas, setores, ou países é revelada por sua participação em um mercado-alvo (*market share*). Kupfer (1996) define a competitividade como a capacidade de a empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. Tal enfoque conta com a vantagem de ser facilmente mensurável, sobretudo via estatísticas de comércio exterior. Por outro lado, retrata o desempenho passado, resultante de esforços cujos retornos já foram absorvidos, não oferecendo quaisquer prognósticos ou garantias sobre sua manutenção ou desempenho futuro.

A ótica da eficiência tem como princípio a capacidade de uma firma, setor ou país de produzir bens em níveis de produtividade e qualidade iguais ou superiores aos de seus principais concorrentes. Por esse en-

foque, o aumento das exportações seria uma provável consequência da competitividade, e não sua expressão, explica Haguenaue (1989). Alguns teóricos defendem que a competitividade é a capacidade de a empresa se adaptar à dinâmica do mercado; outros advogam que é a capacidade de a empresa moldar o mercado, criando nichos e padrões. Uma vez que as ações estratégicas das empresas estão no cerne dessa abordagem, resumir a competitividade por meio da construção de indicadores se torna tarefa mais complexa. Indicadores de preço e qualidade são frequentemente sugeridos, mas questões de ordem prática tornam difícil sua aferição acurada. A variável qualidade tem caráter bastante subjetivo. Já os diferenciais de preços, além de refletir vantagens competitivas genuínas, podem ocultar vantagens competitivas espúrias, relacionadas a *dumpings* comercial, social, ambiental etc.

Independentemente da abordagem que se emprega, é indispensável incluir na análise da competitividade as forças que a determinam. Os fatores que afetam a competitividade podem tanto ter origem no interior das empresas quanto depender de fenômenos externos, relacionados à conjuntura econômica, às políticas públicas, às vantagens comparativas etc. Dessa forma, podem ser agrupados em pelo menos três dimensões: empresarial, estrutural e sistêmica.

Na dimensão empresarial, agrupam-se os esforços realizados pelas firmas para manter ou ampliar sua participação no mercado. Os fatores aqui reunidos refletem as estratégias das firmas para aumentar sua produtividade, tanto pela via da qualidade quanto pela via do uso eficiente de recursos. Incluem-se entre os fatores questões relacionadas à eficiência da gestão empresarial, com destaque para a administração de recursos humanos e governança corporativa. O uso de equipamentos e processos produtivos atualizados, adequados aos propósitos da firma, além da utilização de insumos com padrão de qualidade compatível com o mercado-alvo, também é relevante. Importa ainda a busca permanente por inovações de processos e por agregação de valor aos produtos, por meio de inovações incrementais e investimentos em ativos intangíveis.

A dimensão estrutural reúne aspectos externos às empresas que afetam seus custos de produção e cujo poder das firmas de alterá-los é limitado. São importantes a oferta e as condições de acesso a tecnologias de produção

modernas, a capacitação de fornecedores, a difusão de ganhos de produtividade e as relações de poder que prevalecem nas disputas pela renda gerada ao longo da cadeia produtiva. Para o caso de setores que contam com aglomerações produtivas espaciais (polos produtores), importam também as condições para o bom aproveitamento de economias de escala externas às firmas.

Já a dimensão sistêmica congrega fatores que afetam a produtividade, mas que se encontram sobremaneira fora do controle das empresas. A maioria depende de ações do Estado, como a oferta de infraestruturas, os aspectos macroeconômicos (estabilidade de preços, taxa de juros, câmbio etc.), tributários, regulatórios, ambientais e trabalhistas, mas conta também com atributos relacionados a questões naturais, determinantes de vantagens comparativas ricardianas.

Indicadores de competitividade da indústria brasileira de móveis

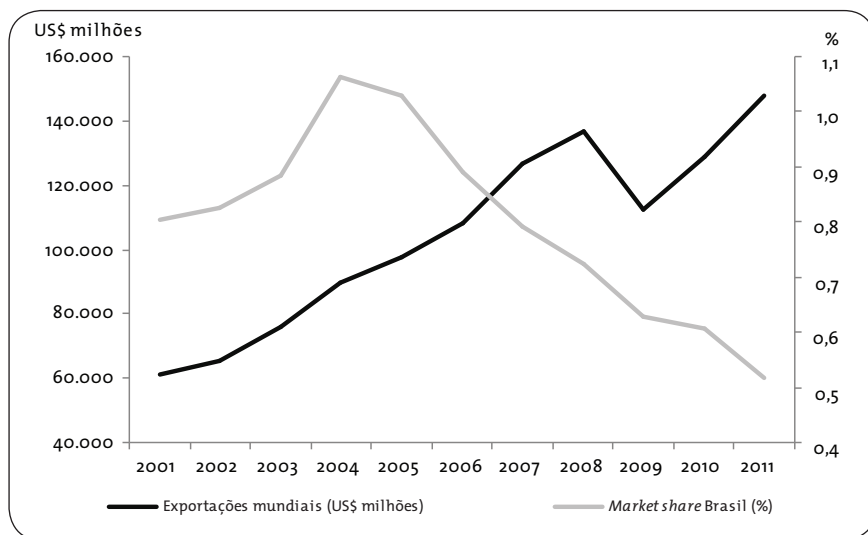
Um dos tipos mais simples de medidas de competitividade é a participação em agregados. No caso de uma análise setorial, o principal exemplo é o *market share* detido pelo país no comércio internacional. Outros indicadores ainda podem ser obtidos por meio de dados do comércio exterior, como taxa de cobertura, taxa de autossuprimento, coeficiente de penetração das importações, entre outros.

A aritmética do *market share* é elementar: trata-se do percentual que as vendas de determinado produtor, no caso o setor moveleiro do Brasil, representam sobre o agregado de interesse, como as exportações mundiais do produto em questão.

O Gráfico 6 exibe a evolução das exportações mundiais de móveis entre 2001 e 2011 e a participação (*market share*) do Brasil nesse mercado. As informações sugerem que, entre 2001 e 2004, as exportações brasileiras cresceram a taxas superiores às das exportações mundiais, levando o país a ganhar participação no comércio internacional de móveis. Desde então, o Brasil deixa de acompanhar o ritmo de crescimento desse mercado e perde participação de maneira contínua.

A perda ou não de competitividade do setor moveleiro também pode ser sugerida por outros indicadores, como o coeficiente de exportação e o coeficiente de penetração das importações.

Gráfico 6 | Exportações mundiais de móveis (em US\$ milhões) e participação do Brasil no comércio internacional de móveis (em %) – 2001-2011



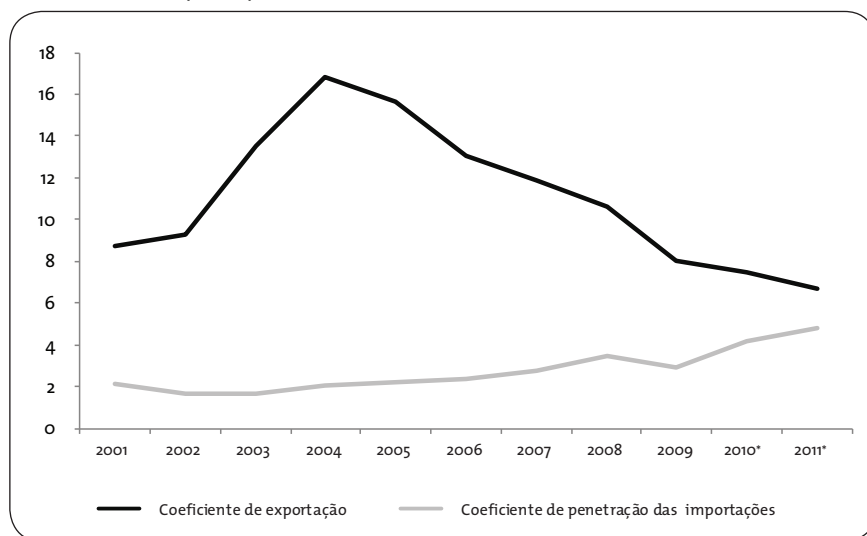
Fonte: UNCTAD.

O coeficiente de penetração das importações mede a parcela da demanda doméstica⁴ atendida por mercadorias importadas, servindo como indicador (inverso) de competitividade da indústria em seu próprio território. Observa-se, por meio do Gráfico 7, que o coeficiente de penetração das importações no Brasil é relativamente baixo. Apesar de ter crescido nos últimos anos, chegou a apenas 5% em 2011. Esse resultado informa que, no Brasil, 95% da demanda interna de artigos do mobiliário é atendida pela produção nacional. Portanto, tudo indica que no *front* interno a indústria moveleira do país é competitiva, sobretudo nos segmentos que fabricam móveis de madeira.

O coeficiente de exportação indica que percentual de determinado bem produzido no país foi destinado ao mercado externo. O Gráfico 7 mostra que a exportação de móveis do país cresceu como proporção da produção entre os anos de 2001 e 2004, caindo sistematicamente em seguida. Deve-se lembrar que o crescimento acumulado da produção brasileira de móveis foi negativo no período 2001-2003 e positivo entre 2004 e 2012, como evidenciado pelo Gráfico 3. Nota-se, portanto, uma correlação inversa entre o crescimento do mercado doméstico e o coeficiente de exportação no decorrer do período analisado.

⁴ Utiliza-se como *proxy* da demanda interna o consumo aparente, que é determinado pelo valor da produção doméstica, deduzido do saldo da balança comercial.

Gráfico 7 | Coeficientes de exportação e de penetração das importações da atividade “produção de artigos do mobiliário”, a preços constantes – Brasil, 2001-2011 (em %)



Fonte: Elaboração CNI/Funcex, com base em dados da Secex/MDIC.

* Estimativas CNI/Funcex.

Uma pergunta é inevitável diante desses fatos. As empresas brasileiras se empenham em explorar o mercado externo apenas quando o doméstico não está favorável ou o setor está perdendo competitividade ante a concorrência em seus principais mercados externos?

Das empresas exportadoras que responderam ao questionário, 81% afirmaram que adotam as exportações como estratégia permanente e 19% afirmaram que exportar é uma estratégia vislumbrada apenas quando há condições muito apropriadas, como câmbio desvalorizado, incentivos governamentais etc. Nenhuma empresa respondeu que exportar é uma estratégia utilizada quando o mercado interno não está favorável.

A despeito de o tamanho da amostra não permitir que essas respostas tenham significância estatística, seus resultados são bastante sugestivos. Entrevistas com empresas e associações do principal polo exportador de móveis do Brasil (São Bento do Sul – SC) tornam patente que o ramo vem apresentando perda de competitividade no mercado externo. Em tal polo, muitas empresas exportadoras encerraram as atividades na última década. Outras estão se voltando para o mercado interno, convertendo processos

produtivos e o *design* dos produtos para o padrão demandado pelos brasileiros. Porém, essa mudança de orientação não resultou do aquecimento da demanda doméstica, mas sim de uma crise gerada pela queda das exportações.

Em relação à origem do declínio das exportações de artigos do mobiliário do Brasil, dados da UNCTAD deixam claro que não houve erro na focalização das empresas em mercados pouco dinâmicos. Entre 2001 e 2011, todos os grandes compradores de móveis brasileiros, como os Estados Unidos, o Reino Unido, a França, a Argentina e a Holanda, aumentaram suas importações de artigos do mobiliário de maneira quase contínua – o crescimento só foi interrompido nos anos de 2008 e 2009. Os dados também evidenciam que, enquanto as exportações brasileiras para esses destinos entram em franca decadência, as originárias de grandes fornecedores mundiais crescem em valor absoluto. A China ganha grande participação em todos esses mercados e, em alguns deles, Alemanha, Polônia e Vietnã também aumentam sua participação, porém de maneira mais discreta.

Como a redução das exportações brasileiras de artigos do mobiliário não resultou de desaquecimento da demanda externa, não restam dúvidas de que sua competitividade sofreu algum revés no *front* externo.

A próxima subseção do presente trabalho é dedicada à análise dos principais determinantes da competitividade do setor moveleiro brasileiro. Para tanto, está dividida segundo as dimensões da competitividade descritas anteriormente, e nessas divisões os fatores específicos que afetam a produtividade do setor são discutidos.

Fatores que afetam a competitividade da indústria moveleira do Brasil

Dimensão empresarial

Produtividade e seus principais determinantes

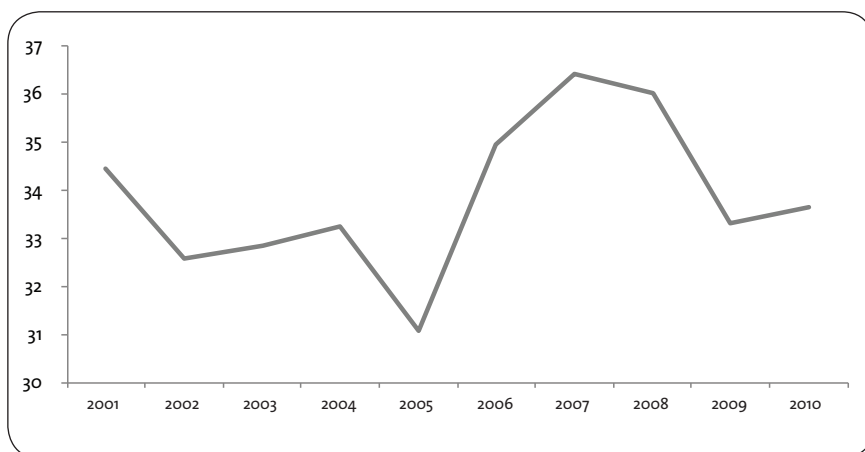
De acordo com informações do Gráfico 8, a produtividade do trabalho⁵ no setor moveleiro do Brasil teve trajetória irregular durante a década de 2000. Enquanto na primeira metade do período se observa uma tendência

⁵ Estimada como a razão entre o Valor da Transformação Industrial (VTI) e a média anual do pessoal ocupado no setor moveleiro. Os dados do período 2001-2009 foram deflacionados pelo índice de preços do Valor Adicionado Bruto da atividade “fabricação de móveis e de produtos das indústrias diversas” das Contas Nacionais do Brasil. O VTI de 2010 a preços de 2009 foi estimado por meio de dados da PIM-PF.

de queda, na segunda se percebe um movimento de recuperação, interrompido, contudo, nos anos mais críticos da crise financeira internacional – fato provavelmente relacionado ao fenômeno *labor hoarding*, isto é, da manutenção de empregados no período da crise, com vistas a evitar os altos custos relacionados à demissão, assim como os de admissão e treinamento na fase de recuperação do ciclo econômico. Em consequência das flutuações registradas durante os anos 2000, pode-se dizer que a produtividade do trabalho do setor se encontra estagnada, haja vista que encerra a década em um nível ligeiramente menor que o observado no início. Haja vista que produção física de artigos do mobiliário cresce nesse mesmo período (Gráfico 3), depreende-se que o crescimento não está associado a melhorias substanciais de qualidade, tanto de produtos como dos processos produtivos.

Não se realiza neste trabalho uma análise comparativa com indicadores de produtividade dos principais *players* mundiais do comércio internacional de móveis, como preconizado pela análise de competitividade baseada em critérios de eficiência. A conversão da produtividade dos diferentes países para uma mesma moeda seguramente causaria distorções que prejudicariam a análise. Porém, pode-se dizer que a estagnação da produtividade brasileira decerto não contribuiu para ampliação de sua competitividade.

Gráfico 8 | Produtividade do trabalho do setor de fabricação de móveis – Brasil, 2001-2010 (em R\$ mil de 2009)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE/PIA Empresa.

Para entender o baixo desempenho da produtividade do setor moveleiro, é necessário analisar os principais meios de ampliação da eficiência produtiva e da agregação de valor aos produtos. Para tanto, os próximos tópicos estão reservados a temas como investimentos em capital físico e em ativos intangíveis. Outros elementos críticos também são abordados, como os investimentos para a ampliação e manutenção do conhecimento produtivo na empresa no âmbito das políticas de recursos humanos e a busca pela eficiência administrativa por meio da adoção de boas práticas de governança corporativa.

Investimentos em ativos tangíveis

De todas as possíveis fontes de ampliação da produtividade de setores industriais, a mais inteligível e buscada pelos empresários é o investimento em ativos físicos. No entanto, é possível entender a produtividade em um sentido mais amplo, que abarca tanto a dimensão da eficiência produtiva em si quanto a da qualidade dos produtos. A eficiência produtiva pode ser representada de maneira bastante intuitiva pela quantidade física produzida por trabalhador em determinado período. Em sua dimensão relacionada à qualidade, a produtividade, expressa em termos monetários, tem possibilidade de se elevar, mesmo sem modificação da relação produção física por trabalhador. Este é um fenômeno que não deve ser confundido com inflação. Ele está relacionado à capacidade que a incorporação de ativos intangíveis aos produtos, como *design* e marca, confere a eles de se reposicionar em segmentos de preços superiores.

As empresas moveleiras entrevistadas para a elaboração do presente estudo foram indagadas a respeito das estratégias que pretendiam adotar com vistas a aumentar o faturamento ou a margem de seus produtos. O questionário permitia múltiplas respostas. As mais frequentes, escolhidas por 74% das empresas, estavam relacionadas à realização de investimentos em máquinas, equipamentos e instalações, com vistas à elevação da automação industrial e/ou à ampliação da capacidade produtiva. Por seu turno, as respostas relacionadas a investimentos em ativos intangíveis foram menos frequentes. Metade das empresas respondeu que pretendia investir em *marketing* e fortalecimento de sua marca, 47% expressaram a intenção de aumentar a capacitação interna para a promoção do *design*, da ergonomia e da funcionalidade dos produtos e 29% afirmaram que almejam explorar novos canais de comercialização, como a abertura de lojas próprias, franquias e vendas por internet.

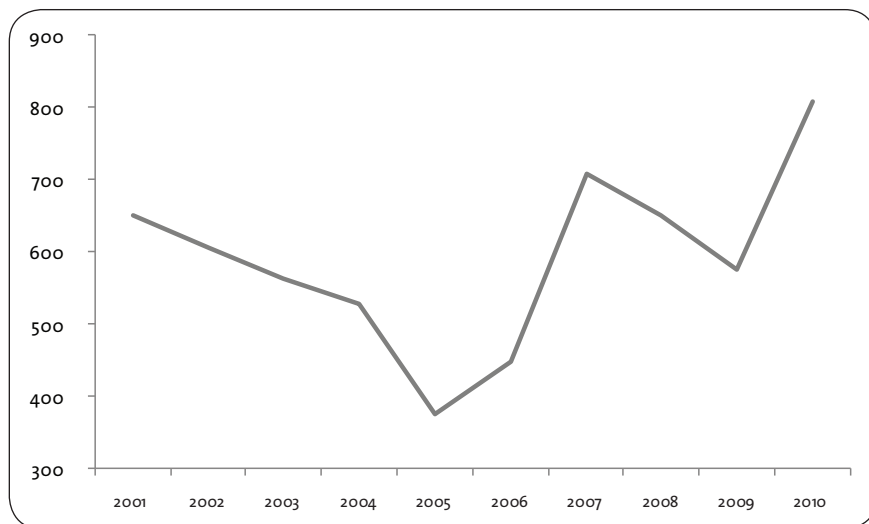
Apesar de não ser a única fonte de agregação de valor e ampliação da produtividade, o investimento em ativos físicos desempenha papel de destaque, já que a principal origem de inovações tecnológicas do setor moveleiro é a indústria de bens de capital. A crescente evolução tecnológica nos ramos da eletrônica e da informática vem ampliando a inteligência embarcada em máquinas e equipamentos voltados ao setor moveleiro, a exemplo dos sistemas dotados de Comando Numérico Computadorizado (CNC). Inovações geradas na indústria de bens de capital permitem ganhos de produtividade significativos, na medida em que racionalizam, aceleram e conferem maior versatilidade aos processos produtivos, otimizam o uso de materiais, oferecem novas possibilidades de *design* e melhoram o acabamento dos produtos finais.

O Gráfico 9 lança luz sobre uma das principais causas da estagnação da produtividade do setor moveleiro nos anos 2000. Comparando-se os gráficos 8 e 9, nota-se que a trajetória do investimento em ativos fixos realizado pelo setor (construções, máquinas e equipamentos) tem alta aderência à trajetória percorrida pela produtividade. Na primeira metade da década, tanto os investimentos quanto a produtividade entraram em declínio. No período seguinte, o crescimento econômico, a recuperação da atividade de construção civil e a aceleração do consumo repercutiram positivamente sobre as expectativas empresariais. Como consequência, os investimentos e a produtividade do setor entraram em rota de crescimento – interrompida, porém, em 2008 e 2009, anos de maior incerteza da crise econômica internacional.

Apesar da coincidência entre as trajetórias do investimento e da produtividade, a magnitude de suas variações gera um aparente contrassenso. O crescimento acumulado do investimento realizado pelo setor ao longo dos anos 2000 chegou a 24%. No mesmo período, o crescimento acumulado da produção foi da ordem de 19%, enquanto o da produtividade foi praticamente nulo. Os investimentos foram, portanto, eficientes no que tange à ampliação de capacidade, mas surtiram pouco efeito sobre a qualidade dos processos produtivos.

A explicação mais provável para essa contradição se encontra na estrutura de mercado prevalecente no setor moveleiro, no nível tecnológico das máquinas e dos equipamentos produzidos no Brasil e nas condições de financiamento, como será visto no tópico “A indústria brasileira de máquinas e equipamentos” da parte “Dimensão estrutural”.

Gráfico 9 | Investimento em ativos imobilizados* das empresas com cinco ou mais pessoas ocupadas do setor de fabricação de móveis – Brasil, 2001-2010 (em R\$ milhões de 2009)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE/PIA Empresa.

* Obtido por meio da soma de aquisições e melhorias, deduzidas das baixas do ativo imobilizado. Os valores do período 2001-2009 foram deflacionados pelo índice de preços da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) das Contas Nacionais. Já para 2010 foi utilizado índice semelhante, calculado pelas Contas Nacionais Trimestrais.

Antes de abordar questões de cunho estrutural, os próximos tópicos seguem com outros elementos de caráter empresarial que afetam a produtividade do setor.

Investimentos em ativos intangíveis

O objetivo deste tópico é analisar a contribuição de alguns elementos intangíveis, como inovação, *design*, *marketing*, segmentação e qualidade de serviços, à competitividade da indústria moveleira nacional. Espera-se mostrar que investimentos associados a tais elementos ainda permitem amplas possibilidades de retorno, uma vez que eles têm sido relativamente negligenciados pela estratégia das empresas brasileiras do setor.

No que diz respeito à inovação, a *Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008* (Pintec 2008) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) aponta o setor moveleiro como um dos menos inovadores da indústria de transformação brasileira [IBGE (2008)]. O setor é caracterizado por baixo dispêndio

em atividades internas de pesquisa e desenvolvimento (P&D), modesto índice de inovações de classe nacional e grande peso dos investimentos em máquinas e equipamentos no total de seu esforço inovador. Trata-se, em resumo, de um setor em que a pouca inovação observada diz respeito, sobretudo, à atualização do maquinário – pelo menos no que tange às inovações em produto, a baixa inovatividade não é exclusiva da produção nacional, já que as oportunidades tecnológicas relativas aos produtos da indústria moveleira são relativamente baixas. Por outro lado, o setor se destaca como um dos que mais implementam modificações na estética ou no desenho.

A *Pintec 2008* disponibiliza estatísticas detalhadas para uma lista de 37 atividades da indústria de transformação, o que permite posicionar o setor moveleiro em relação ao conjunto da indústria. Com os dispêndios em atividades internas de P&D representando apenas 0,16% da Receita Líquida de Vendas, a fabricação de móveis é uma das atividades com pior desempenho nesse aspecto, ficando em 31º lugar no *ranking*, à frente de somente seis atividades, entre as quais se incluem a fabricação de produtos de madeira, a confecção de artigos de vestuário e acessórios e a produção de bebidas.

Somente 2,90% das empresas moveleiras consultadas pelo IBGE declararam ter lançado produtos que representaram inovações para o mercado nacional, posicionando o setor na 28ª colocação entre as 37 atividades pesquisadas. No caso das inovações de processo, a estatística é ainda pior, com 0,51% (36ª posição).

O setor também se destaca negativamente quando se examina o peso da aquisição de máquinas e equipamentos no total do esforço inovador. Com 70,71% dos gastos em inovação destinados à compra de máquinas e equipamentos, a indústria moveleira é a oitava mais dependente desse tipo de investimento, contra um percentual médio de 49,07% para a indústria de transformação. Isso significa que o dinamismo tecnológico não se encontra no interior da indústria, mas nos fornecedores. De fato, quando se observa a evolução do setor nas últimas décadas, as principais inovações dizem respeito à evolução dos equipamentos e à melhoria da qualidade das chapas utilizadas, tanto MDF quanto MDP. Em resumo, a indústria moveleira permaneceu como um elo que utiliza equipamentos cada vez mais automatizados para cortar e montar chapas cada vez melhores.

A *Pintec 2008* estima que 56,28% das empresas do setor moveleiro implementaram modificações na estética ou no desenho. De fato, as relações

entre essa indústria e o *design* têm um longo histórico, sendo aquela uma área prioritária para as aplicações do *design* e este um elemento central da evolução do setor. Quando se apura o percentual de empresas que adotaram modificações no *design* no universo das empresas que realizaram algum tipo de inovação, o setor moveleiro surge como o terceiro colocado, com 70,26%, atrás apenas dos fabricantes de equipamentos de comunicação (77,82%) e da indústria automobilística (84,20%).

Contudo, é preciso examinar mais de perto os investimentos em *design* realizados pela indústria moveleira. Se por um lado é grande o percentual de empresas que afirmam ter introduzido alguma modificação significativa na estética ou no desenho de seus produtos, por outro lado nota-se que se trata de um esforço ainda tímido e de grau de profissionalização heterogêneo, conforme mostram as estatísticas do questionário aplicado pelos autores. Em um setor no qual o *design* poderia desempenhar um papel estratégico, 62% das respostas afirmaram que os gastos com *design* representam menos de 1% das vendas, contra 17% que declararam um gasto acima de 2% do faturamento. As estatísticas mostram certa divisão no setor quanto ao profissionalismo com que a questão do *design* é tratada: se, por um lado, 33% afirmam que os empregados envolvidos com o *design* não têm formação especializada e 23% dizem que têm formação em nível técnico, por outro lado 37% das respostas afirmam que esses empregados têm nível superior. Além disso, uma questão que admitia respostas múltiplas obteve como resultado 51% de empresas afirmando que o *design* ficava a cargo de pessoal próprio das áreas de engenharia, desenvolvimento ou *marketing*, ao lado de 39% que citaram o proprietário, os sócios ou seus parentes como os responsáveis. Além disso, 30% citaram a contratação de escritórios especializados e 15% indicaram a existência de um núcleo com profissionais dedicados exclusivamente ao *design*.

As visitas dos autores a algumas empresas do setor revelaram que o *design* ainda não é considerado um dos principais elementos da estratégia competitiva do setor. É a necessidade de detalhar as especificações técnicas para a linha de produção, ao lado do imperativo de se elaborar um produto minimamente apresentável e alinhado às normas e à moda, que determina o pequeno esforço realizado. Não se trata, portanto, de um setor que busque ganhos de competitividade por meio de agregação de valor baseada em excelência ergonômica, desenhos diferenciados ou em estética apurada.

A segmentação, por seu turno, é uma ferramenta bastante utilizada no setor, chegando mesmo a configurar subsetores com dinâmicas muito distintas, até mesmo no que se refere ao modelo de negócio. O questionário aplicado pelos autores abrangeu um universo no qual, em média, 45% do faturamento se concentra na classe de consumo C, 39% nas classes A ou B e 16% nas classes D ou E. Além disso, apenas 12% das empresas se mostraram 100% focadas em um dos segmentos, com 88% delas sendo capazes de administrar uma política de segmentação que lhes permite atuar em várias categorias de consumo. Grandes empresas, como o grupo Todeschini, mantêm no mercado uma ampla diversidade de marcas, atuando em cada uma das cinco classes de consumo.

O segmento de maior sofisticação inclui móveis assinados por *designers* de renome. Um pouco abaixo, encontram-se os móveis concebidos por arquitetos e confeccionados por marceneiros autônomos – um segmento ainda artesanal e marcado por grande informalidade. A indústria aparece a partir da classe A, na qual o modelo de negócio predominante é o de móveis planejados: nesse caso, o consumidor vai a uma loja, onde um profissional especializado lhe propõe uma solução funcional e estética que, respeitadas as possibilidades existentes no catálogo da empresa, tenta oferecer um produto personalizado. Esse é também o modelo que predomina na classe B, embora com produtos que começam a buscar certo equilíbrio entre custo e benefício, normalmente sacrificando mais o luxo do que a qualidade dos componentes. É na classe C que o equilíbrio entre custo e benefício assume o papel central na decisão de compra, e é aqui que as lojas de móveis seriados (ou seja, produzidos em larga escala, sem personalização) começam a dividir espaço com o segmento de móveis planejados. A partir da classe D, o modelo de móveis planejados se torna de difícil sustentabilidade, cedendo espaço não só ao pulverizado varejo das lojas especializadas quanto às grandes redes varejistas, como Casas Bahia e Magazine Luiza, que por sua vez também tentam atender tanto ao segmento DE quanto ao C e, eventualmente, ao B.

A excelência do serviço prestado é um aspecto que vem sendo negligenciado como variável competitiva estratégica. Mesmo empresas voltadas ao segmento AB se mostram frágeis em quesitos como pontualidade e qualidade do serviço de montagem: o que poderia ser um diferencial competitivo amplamente propagandeado se torna um risco para a marca, pois um produto de alto padrão que sai da fábrica em perfeitas condições pode

perder durabilidade e qualidade por conta de um serviço de montagem mal-executado, ou uma sucessão de atrasos e erros pode fazer a aquisição de um excelente produto se tornar uma experiência de compra ruim e, portanto, geradora de propaganda negativa, causando danos à marca. Tanto logística quanto instalação são serviços quase sempre terceirizados pelas empresas do setor moveleiro. Embora a terceirização não seja necessariamente um problema, a seleção das empresas parceiras poderia embutir mecanismos de controle de qualidade e de incentivo à excelência capazes de estimular a busca por melhorias.

Já a gestão de marcas cumpre um papel cuja relevância é limitada ao segmento AB, em que o modelo de negócio é baseado nos móveis planejados. No varejo de móveis seriados, seja nas pequenas lojas especializadas, seja nas grandes redes, os produtos de fabricantes distintos são expostos lado a lado sem maiores referências a sua marca, muitas vezes representada por uma discreta etiqueta. Trata-se de um ambiente que induz a uma competição via preço, pois a diferenciação é baixa e o padrão de qualidade é semelhante.

O quadro geral do setor aponta para uma situação ainda muito incipiente no que diz respeito à dimensão intangível de seu processo de geração de valor. As empresas pouco inovam, e quando o fazem, limitam-se a introduzir inovações oriundas de outros elos da cadeia; os investimentos em *design* ainda têm muito a evoluir quanto ao valor e ao profissionalismo; as marcas são fracas e pouco exploradas; e a qualidade dos serviços prestados ainda não está entre as principais preocupações estratégicas dos executivos do setor. Acredita-se que a década de 2010 seja um período de contínuo crescimento das classes A, B e C, para as quais segmentação, *design*, qualidade e excelência na prestação de serviços pesam mais do que o preço. Desse modo, empresas que focarem no segmento ABC tendo por base estratégias centradas nos ativos intangíveis contam com grandes chances de sustentar, e até mesmo ampliar, a alta competitividade que o setor moveleiro apresenta atualmente no mercado interno.

Gestão e governança

O termo “governança corporativa” foi criado no início da década de 1990 nos países desenvolvidos, mais especificamente nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha, para definir as regras que regem o relacionamento, em uma

companhia, entre os interesses de acionistas controladores, acionistas minoritários e administradores. Esse conceito teve origem em diversos trabalhos e estudos sobre diversas teorias, entre as quais se podem citar a Teoria da Firma, a Teoria da Agência e a Análise do Comportamento Gerencial, extensamente exploradas em pesquisas de Coase (1937), Jensen (1976) e Williamson (1996), entre outros.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC) elaborou a seguinte definição, bastante abrangente, estabelecendo seus principais objetivos:

Governança Corporativa é o sistema que assegura aos sócios-proprietários o governo estratégico da empresa e a efetiva monitoração da diretoria executiva. A relação entre propriedade e gestão se dá através do conselho de administração, a auditoria independente e o conselho fiscal, instrumentos fundamentais para o exercício do controle. A boa Governança assegura aos sócios equidade, transparência, responsabilidade pelos resultados (*accountability*) e obediência às leis do país (*compliance*) [IBGC (2012)].

Entre as empresas entrevistadas, verifica-se uma predominância do controle familiar, sendo em sua maioria micro, pequenas e médias empresas quanto a faturamento. Essa concentração de propriedade ainda é uma característica predominante na estrutura de governança corporativa no Brasil [Rabelo e Vasconcelos (2002)].

Conforme analisado em diversos estudos [Martins (1999); Leach (1994)], a empresa familiar no Brasil ainda é conhecida como uma organização frágil em relação à sobrevivência e à utilização de boas práticas de governança corporativa, e o processo sucessório é tema central do problema. Não obstante esses desafios enfrentados pelas empresas familiares brasileiras, em nível mundial verifica-se que empresas de controle familiar, tais como a Walmart e a Samsung, podem ser bastante competitivas [Kachaner, Stalk Jr. e Bloch (2012)], desde que geridas de forma profissional.

Como resultado dessa alta concentração da propriedade, surgem diversos conflitos de governança entre acionistas controladores e outros fornecedores de recursos financeiros, que são os acionistas minoritários e os credores de longo prazo [Silveira (2004)], com consequências sérias para o custo de capital dessas empresas. Dentre os principais problemas, podem ser destacados a falta de transparência, a expropriação de direitos, conflitos internos – os

quais implicam desafios para as perspectivas de continuidade – e a baixa competitividade das empresas do setor.

Isso posto, em razão da extensão do escopo da pesquisa, a análise da governança corporativa no setor teve por objeto desenvolver uma análise descritiva de três aspectos principais básicos relativos à governança das empresas, sintetizados na análise do processo sucessório da gestão do negócio, levando em conta sua continuidade, na existência de autoria externa e de órgãos de controle tradicionais da estrutura de governança. A seguir, expõem-se os resultados da pesquisa.

Entre as empresas que responderam ao questionário, verifica-se que 24% já preparam um plano de sucessão para o presidente da empresa, mas 76% ainda não elaboraram nenhum plano. Esse índice pode ser preocupante, uma vez que, na maior parte das empresas familiares do Brasil, o controlador acumula os cargos de diretor e de presidente. Dessa forma, o risco do negócio é majorado em função da alta dependência e centralização em um único indivíduo.

Nesse universo de empresas que apresentaram um plano de sucessão definido, todas afirmaram que o sucessor é um membro da família que trabalha no negócio.

No caso das empresas que ainda não dispõem de um plano de sucessão definido, quase 70% contam com um membro da família que trabalha (57%) ou não (13%) no negócio para uma possível sucessão na liderança. É importante ressaltar que em apenas 21% das empresas respondentes o possível sucessor não será um membro da família controladora.

Esse baixo percentual de empresas que planejam a sucessão, somado ao alto percentual de membros da família envolvidos no processo, pode ser uma evidência de falta de interesse na profissionalização da gestão e na consequente possibilidade futura de abertura de capital, com a provável manutenção do controle em mãos da família. Assim, a falta de planejamento da sucessão poderá ser um fator que venha a pesar negativamente na competitividade dessas empresas.

O resultado encontrado poderia ser ainda mais preocupante para a perspectiva de perpetuidade dos negócios analisados caso os possíveis sucessores não tivessem experiência prévia no negócio. Contudo, conforme exposto, verificou-se que 70% dos possíveis sucessores são membros da família que

já atuam no negócio. Esse dado encerra um resultado bastante positivo para a continuidade e competitividade das empresas do setor, na medida em que os possíveis sucessores estão acumulando experiência prévia no negócio que um dia poderão vir a assumir.

No tocante à auditoria, verificou-se que 68% das empresas não contratam auditoria externa para auditar as demonstrações financeiras. Esse resultado é negativo para a competitividade do setor em razão da fragilidade das informações financeiras disponíveis para os sócios, tomadores de decisão e fornecedores de capital, implicando dificuldade e encarecimento para a captação de recursos dedicados a investimentos de capital [Jensen (1986)].

Por fim, foram analisadas as instâncias de poder das organizações – Conselho de Sócios, Conselho de Administração, Conselho Fiscal e Comitês Internos.

Os resultados encontrados indicam um cenário frágil quanto à utilização de boas práticas de governança corporativa.

Verificou-se que, apesar do controle predominantemente familiar, apenas 26% das empresas estruturaram um Conselho de Sócios para consolidar os interesses dos controladores. O destaque positivo é o fato de que todas as grandes empresas pesquisadas dispunham desse instrumento.

Entre os órgãos de controle da diretoria, o Conselho de Administração estava formado em 32% das empresas, e em 6% existiam Conselho de Sócios e Conselho de Administração. O destaque negativo foi a baixa presença de Conselho Fiscal e Comitês Internos, constituídos, respectivamente, em apenas 3% e 15% das respondentes.

O aspecto mais preocupante, contudo, foi que cerca de um terço das empresas não utilizavam nenhum desses instrumentos de governança.

Esses resultados, em adição à baixa penetração de empresas que auditam balanços, contribuem negativamente para a competitividade dessas empresas.

Recursos humanos

Uma das características do setor – que decerto gera efeito negativo sobre sua produtividade e competitividade – é a elevada informalidade no mercado de trabalho. A informalidade prejudica a produtividade na medida em que o desrespeito aos direitos do trabalhador tende a amplificar os conflitos de classe, gerar insatisfação e manter baixo o nível de compro-

metimento dos trabalhadores com a atividade exercida. A informalidade também limita as oportunidades de crescimento e aproveitamento de economias de escala por parte das empresas em situação irregular, uma vez que dificulta sua participação em cadeias de valor e impossibilita sua inserção no mercado internacional e em concorrências governamentais. Além disso, as empresas não constituídas formalmente se tornam impossibilitadas de obter financiamentos em condições mais favoráveis que as disponíveis para o crédito pessoal, reduzindo oportunidades de expansão e modernização de suas atividades.

De acordo com estimativas realizadas por meio dos microdados da amostra do Censo Demográfico 2010 do IBGE (Gráfico 10), o trabalho informal⁶ representa cerca de 37% do total de pessoas ocupadas no setor moveleiro. A informalidade no setor é uma das mais elevadas entre as divisões da indústria de transformação brasileira. Seu índice é inferior apenas aos verificados para as indústrias de vestuário e de produtos de madeira.

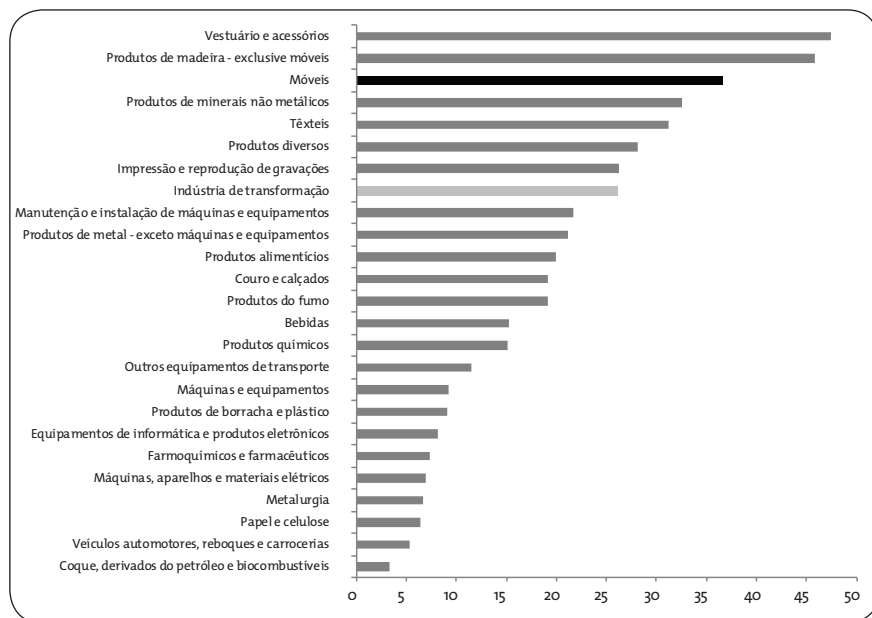
Outra fonte de prejuízo à produtividade do setor está relacionada à qualificação do trabalhador. Investimentos em ativos críticos para a ampliação da produtividade, como máquinas, equipamentos, sistemas de produção e de gestão modernos, são, em alguma medida, limitados pela dificuldade de contratação de mão de obra qualificada para operá-los. Dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) 2011 evidenciam o baixo nível de escolaridade da mão de obra do setor: 54% das pessoas ocupadas têm, no máximo, o ensino fundamental completo; 43% têm ensino médio; e apenas 3%, curso superior. A escolaridade do conjunto da indústria de transformação, apesar de melhor que a observada no setor moveleiro, também não é elevada: 45% dos ocupados têm, no máximo, o ensino fundamental completo; 48% têm ensino médio; e 7%, curso superior.

A oferta insatisfatória de trabalho qualificado não constitui um problema específico do setor, já que resulta de décadas de baixo investimento em educação por parte da sociedade brasileira. Por outro lado, deve-se destacar que, no caso do setor moveleiro, foram determinantes para tal composição da mão de obra tanto a existência de etapas dos sistemas de produção de-

⁶ Foram consideradas trabalhadores informais as pessoas que, no emprego principal, não tinham carteira de trabalho assinada, assim como empregados por conta própria ou empregadores não contribuintes do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS).

mandantes de trabalho pouco qualificado quanto a existência de empresas tecnologicamente desatualizadas.

Gráfico 10 | Participação do trabalho informal nas divisões da indústria de transformação – Brasil, 2010 (em %)



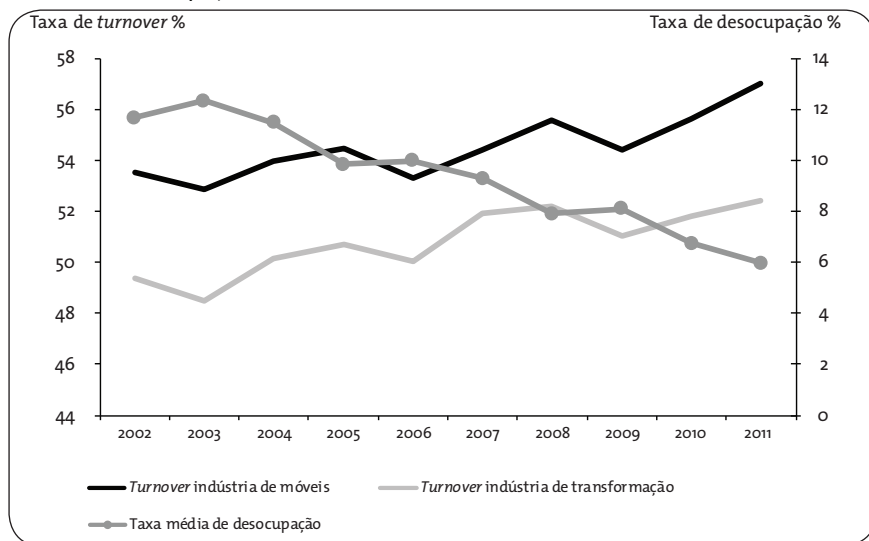
Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2010 (microdados da amostra).

O setor vem sinalizando que encontra dificuldades para reter talentos e o conhecimento a eles associado, como sugerem indicadores de rotatividade da mão de obra (*turnover*). Estimada como o percentual de trabalhadores que está no mesmo emprego há no máximo dois anos [Gonzaga (1998)], a taxa de *turnover* da indústria moveleira (57%) em 2011 foi superior à observada para a indústria de transformação (52%), conforme o Gráfico 11. Nos últimos dez anos, o indicador da indústria moveleira cresceu a taxas semelhantes às verificadas para a indústria de transformação, mantendo-se, porém, sempre em um patamar superior.

Não cabe aqui uma análise profunda dos determinantes desse fenômeno, mas é patente que a dinâmica da taxa de *turnover* da indústria brasileira vem sendo significativamente afetada por uma componente sistêmica, relacionada ao bom desempenho da economia brasileira nos últimos anos. O Gráfico 11 sugere que o crescimento da rotatividade da mão de obra, tanto na indústria

moveleira quanto na indústria de transformação,⁷ tem correlação negativa com a dinâmica da taxa de desocupação no Brasil.

Gráfico 11 | Taxa de *turnover* das indústrias moveleira e da transformação e taxa média de desocupação da economia brasileira – 2002-2011 (em %)



Fontes: MTE/Rais e IBGE/PME.

Já o nível elevado desse indicador para a indústria moveleira mostra que a ação de fatores setoriais específicos, sobretudo os relacionados à remuneração do trabalho, vem reduzindo a capacidade de absorção de mão de obra da atividade. Na amostra de empresas entrevistadas, 22% afirmaram não ter qualquer política de retenção de mão de obra. Já entre as que detêm, predomina a oferta de bonificações e benefícios que não assegura ao trabalhador previsibilidade de ascensão ao longo da carreira, como lhe asseguraria um plano de cargos e salários.

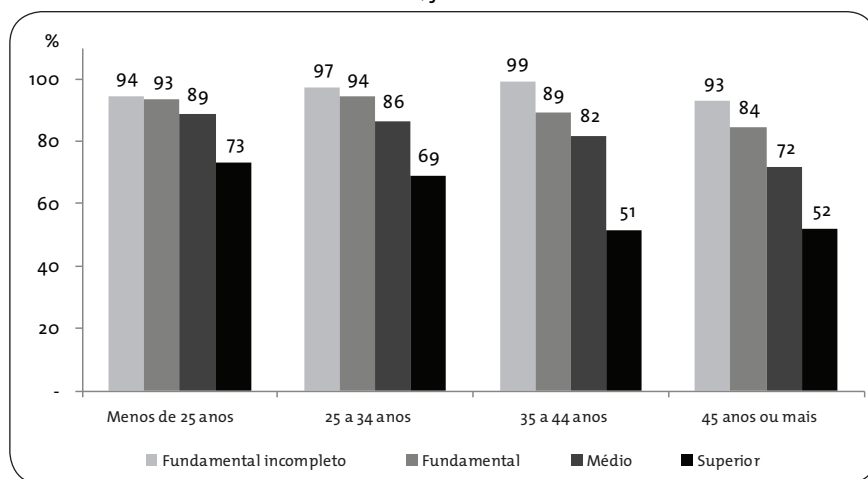
É importante salientar que a debilidade da evolução da produtividade do setor vem implicando baixa capacidade de elevação real da remuneração dos trabalhadores e mantendo alta a taxa de rotatividade. Tal fato é temerário, haja vista que encerra o setor em um círculo vicioso. O elevado *turnover*

⁷ De fato, a sucessiva queda da taxa de desemprego reduziu paulatinamente o risco individual de se manter desempregado por longos períodos, fomentando a rotatividade. Não é desprezível também que uma possível mudança cultural da classe trabalhadora, advinda da progressiva incorporação de uma geração que valoriza menos a permanência por longo período em um mesmo emprego, pode ter contribuído para a elevação do *turnover*.

é tanto um efeito do baixo ganho de produtividade como um de seus determinantes, já que prejudica a acumulação do conhecimento dentro das empresas, em especial o de caráter tácito.

Os gráficos 12, 13 e 14 exibem a remuneração mensal média de trabalhadores empregados na atividade moveleira como percentagem da remuneração mensal média de pessoas ocupadas em alguns grupamentos de setores, por faixa etária e escolaridade.⁸ A predominância de valores inferiores a cem evidencia que os salários pagos na indústria de móveis, em média, são menores que os pagos nos outros setores em questão. Tal fato, além colaborar para a relativamente alta taxa de *turnover* da indústria moveleira, evidencia que os demais setores contam com alguma vantagem no contexto da disputa por pessoal, sobretudo qualificado, hoje existente no país. Supondo que a economia brasileira cresça a taxas pelo menos razoáveis até o fim da década e que o desemprego continue baixo, o setor moveleiro poderá encontrar sérios problemas no futuro se não investir em mecanização de processos e na agregação de valor a seus produtos com vistas a se tornar capaz de oferecer melhores salários ou depender menos do fator trabalho.

Gráfico 12 | Remuneração média na indústria moveleira como percentagem da remuneração média na indústria de transformação, por faixa etária e escolaridade dos trabalhadores – Brasil, junho de 2010

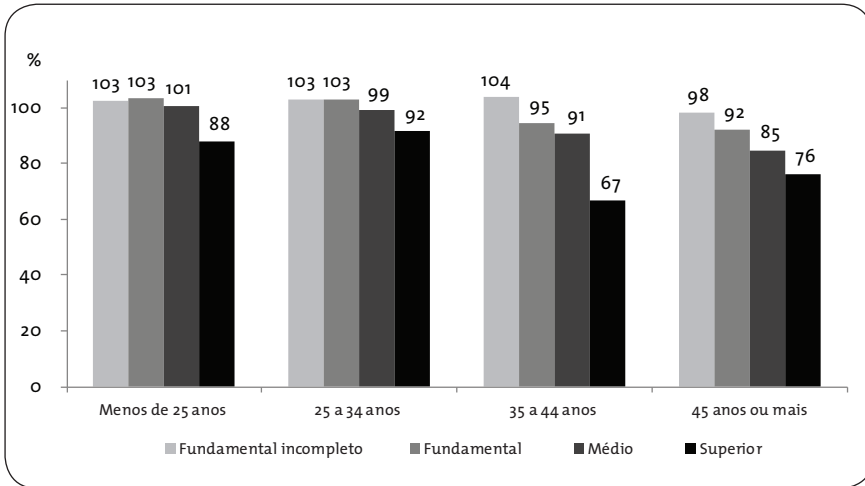


Fonte: IBGE/Censo Demográfico 2000.

Nota: Dados de indivíduos do sexo masculino, empregados, com carteira de trabalho assinada.

⁸ Para evitar distorções, os indivíduos foram agrupados de acordo com similaridades no tocante à formalização (carteira de trabalho assinada), sexo, faixa etária e escolaridade.

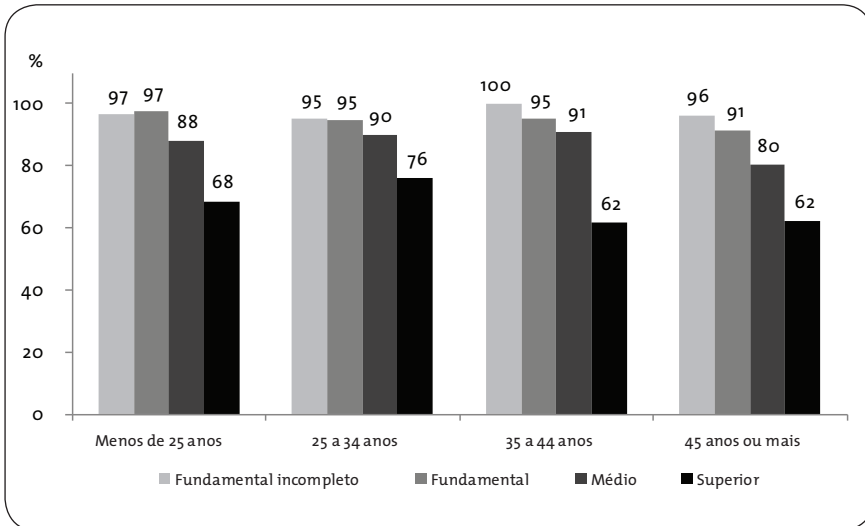
Gráfico 13 | Remuneração média na indústria moveleira como percentagem da remuneração média no comércio, por faixa etária e escolaridade dos trabalhadores – Brasil, junho de 2010



Fonte: IBGE/Censo Demográfico 2000.

Nota: Dados de indivíduos do sexo masculino, empregados, com carteira de trabalho assinada.

Gráfico 14 | Remuneração média na indústria moveleira como percentagem da remuneração média no setor de serviços, por faixa etária e escolaridade dos trabalhadores – Brasil, junho de 2010



Fonte: IBGE/Censo Demográfico 2000.

Nota: Dados de indivíduos do sexo masculino, empregados, com carteira de trabalho assinada.

Dimensão estrutural

A indústria brasileira de máquinas e equipamentos

Uma questão importante quando se trata da indústria brasileira de máquinas e equipamentos voltados para o setor moveleiro está em sua adequação para a promoção ou não da produtividade. Não existem estatísticas que possam gerar conclusões definitivas sobre a que distância da fronteira tecnológica mundial estão as máquinas ofertadas por fabricantes brasileiros. Em função disso, para a elaboração do presente estudo, recorreu-se a entrevistas com empresários, visitas a plantas produtivas de firmas de variados portes, além da aplicação de um questionário.

A sofisticação tecnológica dos equipamentos demandados pelas empresas moveleiras cresce à medida que se avança em um espectro de sistemas de produção existentes no país, que conta com desde a fabricação artesanal de móveis em pequenos empreendimentos até a produção em larga escala e altamente automatizada. Como no setor moveleiro do Brasil prevalecem empresas de porte micro e pequeno, dotadas de fôlego financeiro relativamente baixo, a indústria nacional de bens de capital para o setor tende a focar sua produção em equipamentos de conteúdo tecnológico relativamente menor, com vistas a ofertar preços mais acessíveis.

Segundo empresários do setor moveleiro, para a perfeita estruturação de uma linha completa de produção, integrada, altamente automatizada, equipada com máquinas de alta produtividade e elevado conteúdo tecnológico, é inevitável importar máquinas, ou até mesmo toda uma linha de produção, de fornecedores de classe mundial. No entanto, os incentivos para tal são reduzidos. As linhas de financiamento existentes no país para a importação de máquinas e equipamentos são pouco competitivas. As externas são instáveis, dependentes da conjuntura internacional e submetem as empresas ao risco cambial – particularmente crítico em setores que pouco exportam, como o moveleiro. Soma-se a isso o fato de que a concessão de *ex-tarifários* para a importação de produtos sem similar nacional é frequentemente prejudicada por pressões exercidas por atores interessados em manter alguma reserva de mercado.

No cenário atual, no qual predominam incentivos à aquisição de equipamentos nacionais, o crescimento da produtividade da indústria moveleira não depende apenas de seus esforços. A elevação dos investimentos da

indústria nacional de bens de capital, na busca constante pelo desenvolvimento tecnológico de seus produtos, é, portanto, imprescindível para que empresas dos mais variados portes tenham acesso a equipamentos que as tornem competitivas.

Assim, políticas para modernização e crescimento da escala de produção de empresas do setor moveleiro devem necessariamente abarcar o setor de bens de capital, com devidos incentivos, pactuação de metas de prazos e de desempenho, ou melhores condições de apoio à importação de bens de capital de maior conteúdo tecnológico.

Economias de aglomeração

A produção de artigos de mobiliário no Brasil conta com uma fonte potencial de redução de custos, relacionada à aglomeração da atividade econômica no espaço geográfico (polos produtores). Existe uma farta literatura econômica dedicada tanto a teorizar quanto parametrizar as chamadas economias de aglomeração. Diversos estudos empíricos já encontraram evidências das vantagens da aglomeração, inclusive no Brasil – ver Galinari e Lemos (2007), Galinari *et al.* (2007) e Fontes, Simões e Hermeto (2010).

A ideia de que a concentração espacial de atividades econômicas gera externalidades benéficas às empresas foi primeiramente desenvolvida por Marshall (1890). Para esse autor, a aglomeração produtiva, setorialmente especializada, reduz custos por três razões: a concentração de trabalhadores especializados e dotados de habilidades específicas reduz dispêndios com recrutamento e treinamento; a atração e o estabelecimento de fornecedores de insumos e serviços relacionados beneficia todo o conjunto de empresas da cadeia produtiva local com economias de especialização; e a proximidade geográfica facilita a difusão de informações técnicas relevantes, gerando na aglomeração um estoque de conhecimento técnico tácito, inacessível a agentes externos.

Macadar (2007) destaca que em aglomerações setorialmente especializadas, além dessas economias externas de caráter passivo, existe a possibilidade de haver uma força deliberada operando na busca consciente da ação coletiva. Da soma desses dois efeitos, o incidental e o intencional, surge um tipo de vantagem competitiva que Schmitz (1997) chama de “eficiência coletiva”.

Embora as empresas localizadas em aglomerações disponham de um diferencial competitivo em potencial, só o terão efetivamente materializado

mediante a ação conjunta. A cooperação entre empresas locais (vertical ou horizontal, bilateral ou mediada por terceiros) é o fator basilar da diferença competitiva entre as firmas geograficamente aglomeradas e as isoladas. No entanto, a ação cooperativa não é tarefa trivial, uma vez que é sustentada pela confiança mútua entre atores e dependente de fatores culturais e históricos, além da efetividade da estrutura de governança estabelecida na aglomeração.

Tudo indica que os polos moveleiros brasileiros não se beneficiam plenamente nem mesmo das economias externas de caráter passivo. Com vistas a reduzir custos de transação, a mitigar a dependência em relação aos fornecedores e a garantir a qualidade de seus produtos, empresas do setor priorizam a verticalização dos processos produtivos. Tal fato, além de ser um primeiro indício do baixo nível de confiança entre agentes dos polos, prejudica a formação de redes locais de fornecedores e o aproveitamento de economias de especialização.

A vantagem competitiva denominada “eficiência coletiva” tampouco é obtida. Pesquisas de campo em arranjos produtivos brasileiros frequentemente diagnosticam baixo nível de cooperação entre empresas. Esse foi o caso das empresas moveleiras entrevistadas para o presente trabalho. Aproximadamente 82% responderam que não participam de atividades cooperativas com outras empresas do polo em que estão localizadas. Entre as que praticam atividades cooperativas, as relações com fornecedores são mais comuns que as com concorrentes. As justificativas para a não cooperação foram: falta de interesse dos parceiros potenciais (31% das respostas), baixo envolvimento de instituições públicas e privadas na promoção da cooperação (28%), falta de confiança em parceiros potenciais (22%), descrença quanto aos benefícios da atividade cooperativa (11%) e outras justificativas (8%).

A indústria brasileira de madeira reconstituída

O Brasil é um dos maiores produtores de madeira reconstituída do mundo – sexto lugar em 2009, segundo Vidal e Hora (2011). A estrutura produtiva dessa indústria é sobremaneira concentrada, haja vista que passou por um processo de consolidação na última década. Sua capacidade instalada está dividida entre seis empresas principais, das quais a maior é a Duratex, que em 2008 detinha cerca de 44% da capacidade nominal instalada no Brasil, de acordo com Biazus, Hora e Leite (2010). Esses autores explicam que o parque brasileiro é um dos mais avançados do mundo. A utilização de máquinas modernas vem permitindo a esse setor trabalhar com custos relati-

vamente reduzidos. Em geral, essas empresas mantêm as próprias florestas plantadas que produzem matérias-primas para seus processos produtivos, de forma que a evolução tecnológica verificada no ramo florestal também se configura como fonte de elevação da produtividade do setor.

A distribuição da renda gerada na cadeia produtiva de madeira e móveis claramente favorece o ramo de fabricação de madeira reconstituída. Dados da *Pesquisa Industrial Anual (PIA)* do IBGE revelam que, entre 2008 e 2010, a lucratividade⁹ da atividade “fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado” foi, em média, 76% superior à da indústria moveleira. O diferencial de porte entre a concentrada indústria de madeira reconstituída e o pulverizado setor moveleiro oferece maior poder de barganha à primeira, sobretudo em razão de as negociações de preços serem realizadas cliente a cliente. Contribui também para o preço relativamente alto dos painéis de madeira no Brasil as dificuldades de se substituir o produto nacional pelo importado, uma vez que o custo de transporte constitui parte importante do valor final do produto.

O poder de mercado detido pela indústria de madeira reconstituída não permite que os ganhos de produtividade por ela obtidos, tanto no segmento industrial quanto no florestal, sejam transmitidos ao longo da cadeia de madeira e móveis. Dessa forma, as vantagens comparativas do Brasil no ramo florestal terminam por não conferir vantagem competitiva aos artigos de mobiliário produzidos no país.

Por outro lado, a baixa penetração de importações de móveis de madeira no Brasil, em alguma medida, também pode ser influenciada pela concentração da indústria de painéis. As margens desse setor no mercado interno são significativamente maiores que as obtidas por exportações [Biazus, Hora e Leite (2010)]. Portanto, em seus cálculos de preços, o enfraquecimento do setor moveleiro no mercado doméstico deve ser uma constante preocupação.

Os canais de distribuição

No Brasil, a produção de móveis chega ao consumidor final basicamente por meio de três canais: grandes redes varejistas, lojas especializadas multi-marcas e lojas monomarcas (próprias, franqueadas ou com contrato de exclusividade). No primeiro caso, os grandes magazines ofertam uma série de

⁹ Calculada como a receita líquida de vendas total subtraída dos custos e despesas operacionais totais e do gasto com pessoal dividida pela receita líquida de vendas total.

produtos para o lar, incluindo móveis seriados, voltados a segmentos mais populares. Em geral, o grande varejo desenvolve uma rede de fornecedores, na qual seu maior poder de barganha limita as margens do setor moveleiro. Já as lojas especializadas contam com empreendimentos de menor porte, difundidos por todo o território nacional. Nesse caso, as relações de poder e a disputa pelas rendas são mais equilibradas. Segundo IEMI (2009), no Brasil as lojas especializadas são responsáveis por 39% do escoamento da produção, as lojas de departamento por 31%, as lojas próprias por 11% e o comércio atacadista por 7,8%. O restante é dividido entre exportações, hipermercados, vendas diretas etc.

Uma das principais fontes da competitividade da produção brasileira no mercado doméstico pode ser atribuída à importância das lojas especializadas multimarcas e das monomarcas na distribuição de artigos do mobiliário pelo território nacional. O varejo independente tende a ser menos internacionalizado, uma vez que sua capacitação para desenvolver fornecedores no exterior é menor. As lojas próprias, em geral, trabalham com marcas brasileiras, além de atuarem com frequência no segmento de planejados, no qual a importação é quase impossível. O comércio atacadista, que poderia ser importante fonte de distribuição de importados, é pouco relevante na distribuição de móveis no país.

Já o grande varejo brasileiro, apesar de dispor de capacidade de desenvolver fornecedores no exterior, também se mostra pouco internacionalizado, pelo menos no que tange ao comércio de móveis de madeira. Há até mesmo casos em que a produção é integrada ao varejo, como nas Casas Bahia, que verticalizou a produção de móveis na década de 1980, com a fábrica Bartira [Costa e Garcia (2006)].

A explicação para a ainda baixa internacionalização do grande varejo brasileiro está no fato de que a importação de móveis de madeira é bastante prejudicada por custos de transportes, em função da baixa razão entre valor agregado e o peso desses produtos. Como elucida Drayse (2008), para os Estados Unidos e para a Europa, importar móveis da China se tornou vantajoso, já que o custo de transporte, além de ter sido reduzido por inovações em logística e embalagens, é mais que compensado pela diferença salarial entre a mão de obra local e a chinesa – fato que ainda não se observa no caso brasileiro. Em função disso, nas últimas décadas, grandes redes varejistas de países de alta renda, como a sueca IKEA e a americana Walmart,

desenvolveram redes globais de produção e vêm exercendo cada vez mais poder sobre a cadeia global de valor do segmento de móveis.

Pelas mesmas razões, naqueles países é crescente também a internacionalização dos elos manufatureiros da cadeia de madeira e móveis. Várias das grandes empresas moveleiras americanas vêm reduzindo ou encerraram suas atividades no interior do país, substituindo-as por terceirizações e sub-contratações em países asiáticos. Vale destacar que é pouco provável que esse fenômeno se replique no Brasil, já que as maiores empresas do ramo moveleiro atuam no segmento de móveis planejados ou cozinhas de aço – enquanto o primeiro é customizado pelo cliente, que não deseja esperar meses por um móvel vindo do exterior, o segundo é transportado praticamente montado, o que eleva seu custo logístico.

Dimensão sistêmica

Complementarmente aos fatores internos às firmas e aos de ordem estrutural, a competitividade do setor moveleiro é afetada de forma significativa por aspectos de caráter sistêmico. Alguns deles são diretamente influenciados pela ação do Estado, a exemplo de questões regulatórias, alfandegárias e tarifárias, do efeito de políticas públicas sobre variáveis-chave, em especial as taxas de juros e o câmbio, além dos desdobramentos de políticas educacionais e industriais do país, como a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) e o Plano Brasil Maior. Incluem-se aqui as infraestruturas de energia, telecomunicações e transporte à disposição das empresas, além de questões sociais vigentes no país, tais como o grau de exigência dos consumidores, a força das relações sindicais etc. Apesar de inegavelmente importantes, a maioria desses fatores afeta a todas as indústrias de forma quase indistinta e, portanto, tem limitada capacidade para explicar os diferenciais de competitividade entre setores.

Uma vez que a maioria desses temas está sujeita a amplos debates, uma análise aprofundada de cada um deles foge do escopo de um estudo setorial, como o aqui desenvolvido. No entanto, pode-se pelo menos citar quais foram mais relevantes para o setor moveleiro nos últimos anos. Como destaques negativos para a competitividade, tanto interna como externa, podem-se citar a elevada e complexa tributação brasileira, o nível da taxa de juros prevalecente até recentemente no país, a taxa de câmbio mantida por longos períodos em níveis desfavoráveis à exportação e as deficiências das in-

fraestruturas de transporte e comunicação do país. Por outro lado, contam como aspectos positivos para a competitividade no mercado doméstico a relativamente elevada tarifa de importação de artigos do mobiliário,¹⁰ a oferta de crédito relativamente barato por parte do BNDES, a inclusão do setor nas políticas industriais do país e, mais recentemente, a concessão de margens de preferência para a aquisição de mobiliários escolares produzidos no Brasil pelo Programa de Compras Governamentais do Governo Federal e a redução de encargos sobre a folha de salarial.

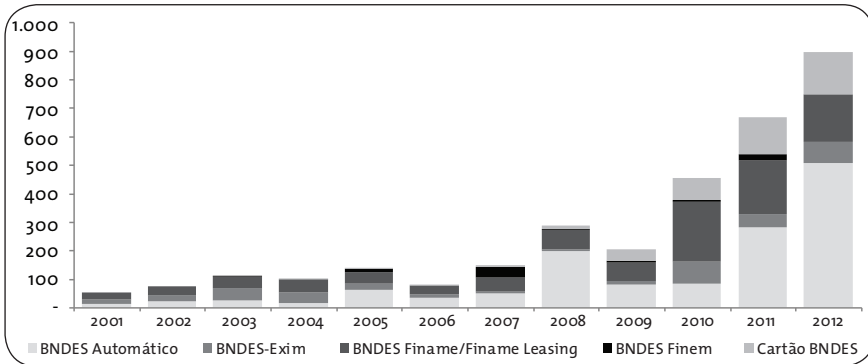
O apoio do BNDES

Entre 2001 e 2012, o BNDES desembolsou mais de 3,2 bilhões de reais para o setor moveleiro do Brasil. Por meio de uma variedade de linhas e produtos, as empresas do setor têm recebido recursos da instituição, com vistas a apoiar projetos de investimentos produtivos, aquisição de máquinas e equipamentos, exportações etc.

Por meio do Gráfico 15, nota-se que a tendência dos desembolsos foi de crescimento no decorrer dos anos, com clara aceleração no período 2009-2012. Tal fato resultou não apenas da oferta permanente de crédito ao setor, mas também de ações deliberadas do Banco para aumentar a competitividade da indústria brasileira e de sua atuação anticíclica em momentos de incerteza. Nesse contexto, a atividade moveleira foi incluída no programa BNDES Revitaliza – lançado em 2007 para combater a perda de competitividade de alguns setores advinda da valorização cambial – por meio do qual recebeu condições de financiamento relativamente favoráveis para capital de giro, exportação, investimento e reestruturação de empresas. A indústria moveleira foi mantida como beneficiária das novas versões do Revitaliza, nas quais se buscou apoiar também a agregação de valor aos produtos, via *design*, criação e fortalecimento de marcas nacionais, além da adoção de processos produtivos mais eficientes. Ademais, o setor foi incluído no BNDES Progeren, que se mostrou importante instrumento para fornecer capital de giro às empresas, sobretudo nos momentos mais críticos da crise financeira de 2008-2009, quando o crédito privado se retraiu.

¹⁰ Segundo a Organização Mundial do Comércio (OMC), em 2012 a tarifa média de importação de produtos industrializados praticada pelo Brasil foi de aproximadamente 12%, enquanto a de artigos do mobiliário foi de 18%.

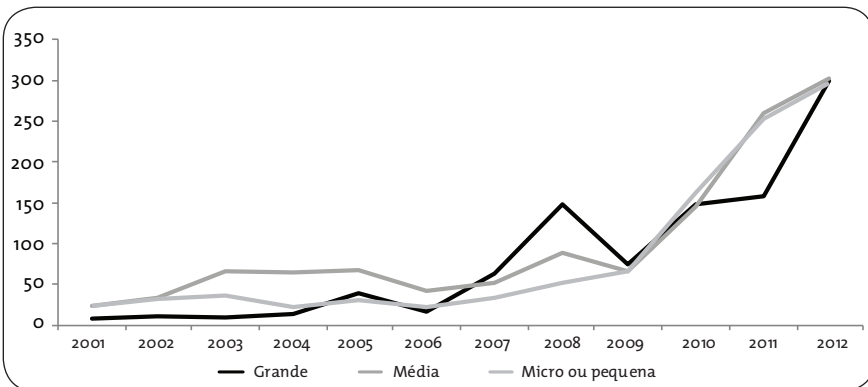
Gráfico 15 | Desembolsos do BNDES para o setor moveleiro por grupo de produtos – Brasil, 2001-2012 (em R\$ milhões)



Fonte: BNDES.

Os desembolsos ao setor moveleiro crescem também em virtude da preocupação permanente do BNDES em ampliar seu apoio às MPME. Em quase todos os anos do período 2001-2012, os desembolsos para micro, pequenas e médias empresas do setor se revelaram superiores aos para as grandes (Gráfico 16). Nesse contexto, merece destaque o Cartão BNDES, que oferece soluções rápidas para a satisfação de demandas diversas, que vão desde matérias-primas até máquinas e equipamentos. Além disso, esse instrumento financeiro vem se consolidando como uma ferramenta alternativa de vendas para empresas do setor, já que seus próprios produtos podem ser ofertados no Portal do Cartão BNDES.

Gráfico 16 | Desembolsos do BNDES para o setor moveleiro, segundo o porte das firmas – Brasil, 2001-2012 (em R\$ milhões)



Fonte: BNDES.

Considerações finais

A competitividade do setor moveleiro nacional apresentou números bons no mercado interno e ruins no *front* externo, configurando uma dualidade.

Os dados mostram que a competitividade do setor no mercado doméstico vem se mantendo relativamente elevada, ignorando fenômenos potencialmente críticos que marcaram a década, como a forte aproximação da China à economia brasileira, a sobrevalorização cambial observada em alguns períodos, a manutenção das taxas de juros em patamares que, em média, foram muito elevados e a ocorrência de graves crises internacionais, primeiramente nos Estados Unidos e depois na Europa.

Por outro lado, as estatísticas indicam que a competitividade do setor no mercado internacional, em que alguns segmentos da indústria brasileira conseguiam ao menos manter uma presença discreta, regrediu no período estudado. Contudo, fatores que reforçam a competitividade normalmente atuam da mesma forma em todos os mercados, *e.g.* produtividade elevada, vantagens de custo, acesso privilegiado a matérias-primas, excelência gerencial, comportamento inovador, altos níveis de qualificação da força de trabalho e emprego de máquinas e equipamentos situados na fronteira tecnológica, configurando um paradoxo a ser explicado.

A indústria moveleira nacional, porém, não abrange nenhuma dessas características, de modo que, ao lado de problemas estruturais que afetam todos os setores, como os gargalos logísticos, a complexidade da estrutura tributária e as oscilações do cenário macroeconômico, os dados exibidos neste trabalho oferecem boas pistas para a falta de competitividade no mercado internacional: ausência de ganhos de produtividade, altos preços dos painéis de madeira, baixos padrões de governança corporativa, fraco desempenho inovador, elevado *turnover*, qualificação baixa e atraso tecnológico das máquinas e equipamentos nacionais que predominam nas empresas do setor. Além disso, a agressividade da evolução dos produtores asiáticos e a progressiva estruturação de uma cadeia global de valor comandada por megavarejistas, da qual o Brasil pouco participa, também contribuíram para a perda de espaço das exportações brasileiras.

Quanto à competitividade no mercado doméstico, os principais fatores explicativos são:

- Há certo protecionismo natural, decorrente das altas relações entre peso e valor agregado e entre volume e valor agregado, que torna o frete internacional de artigos do mobiliário relativamente caro.
- A média salarial do setor está entre as mais baixas da indústria brasileira.
- A estrutura do varejo nacional é pulverizada, com notável presença de pequenos atores que não se mostram capazes de viabilizar individualmente encomendas que atinjam uma quantidade mínima que torne viáveis os custos de transação com os fornecedores asiáticos.
- No caso dos móveis de madeira para as classes de consumo A, B e C, o modelo de negócio baseado em móveis por encomenda, que é incompatível com os típicos prazos associados ao comércio internacional de cargas, está cada vez mais presente.

O setor tem pela frente uma ampla agenda de melhorias, o que lhe abre vários caminhos para a busca de competitividade, permitindo a manutenção de sua liderança no mercado doméstico e oferecendo possibilidades de reconquista de fatias no mercado internacional. Há espaço para avanço do grau de automação dos processos, o que pode envolver maior agressividade na equiparação entre o maquinário utilizado pela indústria brasileira e o que é empregado pelos competidores estrangeiros. Além disso, todo o complexo do intangível deve ser valorizado, incluindo aspectos gerenciais, excelência na prestação de serviços, elevação dos investimentos em *design* à categoria de variável estratégica e melhoria da relação com o varejo, eventualmente com as empresas manufatureiras se lançando ao comércio por meio de redes próprias e construindo suas marcas.

Hoje, a importância estratégica do setor moveleiro na economia brasileira consiste principalmente em gerar grande quantidade de postos de trabalho compatíveis com o grau de escolaridade médio da população, bem como em suprir satisfatoriamente o mercado interno, o que evita que a expansão da demanda por móveis se torne uma fonte de déficit nas contas externas. Porém, o setor dispõe de potencial para desempenhar um outro papel, o de alavancar os indicadores brasileiros de produtividade do trabalho (em especial no conceito de produtividade aparente, baseado no valor da produção *per capita*) por meio de inovações, investimentos em processos produtivos mais automatizados e agregação de valor por meio de *design*, *marketing* e

prestação de serviços, liberando força de trabalho para atividades em que o valor adicionado também seja crescente.

Referências

BIAZUS, A.; HORA, A. B.; LEITE, B. G. P. Panorama de mercado: painéis de madeira. *BNDES Setorial*, n. 32, p. 49-90. Rio de Janeiro, BNDES, set. 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Rais – Relação Anual de Informações Sociais 2011*. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/rais/estatisticas.htm>>.

COASE, R. The Nature of the Firm. *Econômica*, v. 4, n. 16, p. 386-405, 1937.

COSTA, A.; GARCIA, J. O empresário schumpeteriano e o setor de varejo no Brasil: Samuel Klein e as Casas Bahia. *Revista de Economia*, UFRP, v. 32, n. 1 (ano 30), p. 57-82, jan.-jun. 2006.

DRAYSE, M. H. Globalization and regional change in the U.S. furniture industry. *Growth and Change*, v. 39, n. 2, p. 252-282, jun. 2008.

FONTES, G. G.; SIMÕES, R.; HERMETO, A. M. Urban attributes and wage disparities in Brazil: a multilevel hierarchical model. *Regional Studies*, v. 44, p. 595-607, 2010.

GALINARI, R. *et al.* O efeito de aglomeração sobre os salários industriais: uma aplicação ao caso brasileiro. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 11, n. 3, p. 391-420, 2007.

GALINARI, R.; LEMOS, M. B. Economias de aglomeração no Brasil: evidências a partir da concentração industrial paulista. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. *Anais...* Recife, 2007.

GONZAGA, G. Rotatividade e qualidade do emprego no Brasil. *Revista de Economia Política*, v. 18, n. 1 (69), jan.-mar. 1998.

HAGUENAUER, L. *Competitividade: conceitos e medidas*. Texto para discussão n. 211. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, ago. 1989.

IBGC – INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. Disponível em: <<http://www.ibgc.org.br>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IEMI – INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL. *Estudo do mercado potencial para móveis no Brasil*, São Paulo, julho de 2009.

_____. *Brasil Móveis 2011 – Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil*, São Paulo, v. 6, n. 6, out. 2011.

JENSEN, M. Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Financial Economics*, v. 3, n. 4, p. 305-360, out. 1976.

_____. Agency costs of free cash flow, corporate finance and takeovers. *American Economic Review*, v. 76, p. 323-329, 1986.

KACHANER, N.; STALK JR., G.; BLOCH, A. Que lições aprender com empresas de família. *Harvard Business Review*, nov.-dez. 2012.

KUPFER, D. Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 355-372, 1996.

LEACH, P. *Family Business*. London: Stoy Hayward, 1994.

MACADAR, B. M. A inserção do Arranjo Produtivo Local (APL) moveleiro de Bento Gonçalves na cadeia produtiva de madeira e móveis. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 28, n. 2, p. 471-496, out. 2007.

MARSHALL, A. *Principles of Economics*. Londres: MacMillan and Co, 1890.

MARTINS, A. C. *Empresas familiares brasileiras*. São Paulo: Negócios, 1999.

PROJETO PIB. Sistema Produtivo Bens Salários. Móveis e artefatos plásticos. Coord. Renato Garcia. *Relatório de Pesquisa*. Convênio IE-UFRJ/IE-Unicamp/BNDES, 2009.

RABELO, F. M.; VASCONCELOS, F. C. Corporate governance in Brazil. *Journal of Business Ethics*, Dordrecht, p. 321-335, mai. 2002.

SCHMITZ, H. Collective efficiency and increasing returns. *IDS Working paper*, n. 50. Brighton: University of Sussex, 1997.

SILVEIRA, A. *Governança Corporativa, desempenho e valor na empresa no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

TEIXEIRA JR., J. *et al.* Indústrias tradicionais de bens de consumo no Brasil: desafios e oportunidades. *BNDES 60 Anos: Perspectivas Setoriais*. Vol II. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. A atuação do BNDES nos setores de florestas plantadas, painéis de madeira, celulose e papéis: o período 2001-2010. *BNDES Setorial*, n. 34, p. 133-172. Rio de Janeiro, BNDES, set. 2011.

WILLIAMSON, O. *The mechanisms of governance*. 1.ed. Oxford: Oxford University Press, 1996.

Panorama de mercado: papéis sanitários

André Carvalho Foster Vidal
André Barros da Hora*

Resumo

Ao contrário de outros tipos de papéis, nos quais a China é a locomotiva mundial pela ótica da demanda, nos sanitários outras regiões, como a América Latina, também se destacam. E uma vez que o comércio internacional é reduzido, a expansão nesse segmento representa uma dupla oportunidade para a produção brasileira. Primeiramente, o crescimento do consumo desse tipo de papel no mundo gera uma oportunidade para os produtores de celulose localizados no Brasil, já que a celulose de eucalipto brasileira apresenta uma excelente qualidade para a fabricação de papéis sanitários. A segunda oportunidade decorre do aumento da renda e do ainda baixo consumo *per capita* nacional desse tipo de papel, que são potenciais sinalizadores de acréscimo na demanda para os próximos anos. Isso permitirá às empresas ampliar sua capacidade produtiva em plantas de maior escala, o que deverá gerar diluição em seus custos fixos, maior geração de caixa e possibilidade de obter linhas de financiamento com custos menores e prazos mais longos.

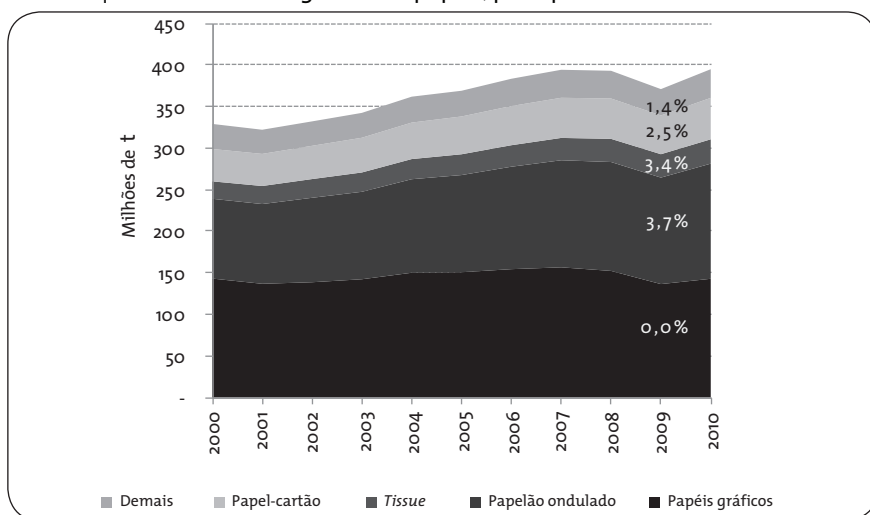
* Respectivamente, administrador e gerente do Departamento de Indústria de Papel e Celulose da Área de Insumos Básicos do BNDES.

Introdução

Motivação para o artigo

Historicamente, os papéis sanitários sempre representaram uma parcela pequena do consumo mundial de papéis, oscilando entre 6,0% e 8,0% desde 1992 (Gráfico 1). Entretanto, o crescimento acelerado no consumo desse tipo de papel (o Compound Annual Growth Rate – CAGR, ou taxa média anual de crescimento, global, de 2001 a 2010, foi de 3,4% a.a., inferior apenas ao crescimento de 3,7% a.a. do papelão ondulado), aliado ao declínio dos papéis gráficos¹ (imprimir, escrever e imprensa), vem atribuindo destaque aos papéis sanitários no consumo mundial de papéis. Como a perspectiva para os próximos anos é que sejam mantidas tais tendências, a expectativa é que esse papel ganhe cada vez mais relevância.

Gráfico 1 | Consumo e CAGR globais de papéis, por tipo



Fonte: Risi.

Adicionalmente, a celulose *kraft* branqueada de eucalipto (BEKP), principal celulose produzida e exportada pelo Brasil, tem nos papéis sanitários uma de suas principais aplicações, pois o uso dessa fibra produz um papel sanitário de alta qualidade. Portanto, é importante entender as perspectivas para o segmento mundial desses papéis e os impactos na demanda pela celulose brasileira.

¹ Os papéis gráficos estão perdendo relevância no mercado mundial de papéis pela concorrência com os meios digitais.

Neste artigo, todos os valores expressos em toneladas se referem ao volume bruto de papéis e não ao dos produtos finais. Isso porque, durante o processo de conversão do papel em produto acabado, ocorrem perdas da ordem de 3,0% a 8,0%, em geral. Uma exceção a essa regra está nos dados sobre comércio exterior, que são reportados oficialmente sempre da forma bruta: quando os papéis são exportados em rolos, o peso é incluído, assim como, quando exportados na forma de produto acabado, inclui-se o peso das embalagens primárias e secundárias no peso final. Em relação à capacidade instalada, todos os dados se referem a máquinas utilizadas para a fabricação de papel (não são consideradas as convertedoras, por exemplo), exceto quando explicitamente mencionado.

O artigo está estruturado em cinco seções. Na seção seguinte a esta introdutória, o mercado é caracterizado, o que inclui descrição de: tipos de produtos; estratégias de comercialização; uso de fibras na produção; aspectos de qualidade e tecnologia; e principais fornecedores de equipamentos. Na terceira seção, o mercado mundial é analisado sob a óptica das principais regiões do mundo, abordando aspectos de: demanda; oferta; comércio internacional; clientes; custos; e utilização da capacidade instalada. A seção subsequente traça uma análise semelhante, porém mais abrangente e focada nos mercados latino-americano e brasileiro. Já a quinta e última seção resume as principais conclusões do artigo.

Caracterização do mercado

Caracterização do produto e do mercado

Os papéis sanitários são denominados também de *tissue*, em razão de suas propriedades físicas, que lembram as de um tecido: suavidade, espessura, capacidade de absorção de umidade e resistência. Esses papéis têm baixas gramaturas (15 g/m² a 50 g/m²) e são produzidos com fibras longas e curtas, tanto virgens quanto recicladas. Os principais produtos *tissue* são:²

- Papel higiênico: usado especificamente em toaletes; pode ter uma ou mais folhas e diferentes graus de maciez.

² Dependendo da categorização utilizada, fraldas ou absorventes femininos podem ser agrupados na categoria *tissue*. Entretanto, seguindo a categorização utilizada pela Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa), tais produtos não foram incluídos nessa categoria, de modo que não serão analisados neste estudo.

- Guardanapo: textura e absorção são alguns de seus atributos; muito utilizado em cadeias de *fast-food*, mas também no segmento residencial.
- Toalhas de mão: usualmente utilizadas em ambiente comercial; consumidas em rolos ou folhas intercaladas.
- Toalhas de cozinha: destinadas ao consumo residencial para limpeza em geral, como de pias e fogão.
- Lenços: têm menor gramatura, sendo úteis para a limpeza facial.
- Demais: incluem papéis *tissue* para fins médicos, embalagens e outras especialidades.

Em relação a seu uso, os papéis sanitários são comumente segregados em duas grandes categorias:

- Residencial: também chamada de *at home*; engloba os produtos destinados ao consumo em lares, majoritariamente vendidos no varejo, como supermercados, pequenos mercados, farmácias etc.
- Institucional: também chamada de *away from home* (AFH); engloba os produtos destinados ao consumo em ambientes comerciais, como restaurantes, hotéis, hospitais, bares, *shoppings*, escritórios etc.

Poucos países dispõem de estatísticas separadas dos dois tipos de mercados, o que leva muitas consultorias (como Nielsen, Risi ou Poyry) a criar estimativas próprias de consumo para cada um. Mesmo em países onde as especificações dos produtos são distintas para cada uso (o que facilita a criação de estatísticas), parte do consumo realizado em pequenas unidades comerciais (como pousadas, pequenos bares ou restaurantes, por exemplo) é oriunda dos mesmos meios de distribuição utilizados pelo mercado residencial.

A estratégia das empresas de *tissue* também difere significativamente da praticada pelas dos demais tipos de papéis, em especial pelo maior foco na diferenciação em *marketing* do que na liderança em custos. A destinação do consumo, residencial ou institucional, também cria uma clara distinção no tipo de estratégia de *marketing* que a empresa deve usar.

No segmento residencial, a logística de distribuição é indireta, sendo a maioria das vendas para o consumidor final realizada por supermercados e farmácias. Dessa forma, a indústria negocia com poucos clientes (atacadistas e grandes varejistas); todavia, o público final é disperso, o que torna a marca fundamental como forma de diferenciação. Nem sempre a busca

é pelo menor preço, uma vez que a estratégia de venda deve estar alinhada com o posicionamento de mercado que o produto deseja obter.

Já no segmento institucional, a venda pode ser realizada por meio direto, indireto ou híbrido. A diferenciação pela marca ainda existe, porém em menor intensidade do que no segmento residencial. Assistência técnica e oferta de soluções completas para o cliente são os reais diferenciais (muitas vezes, torna-se interessante, para os estabelecimentos comerciais, adquirir produtos de distribuidores que possam oferecer outros materiais de higiene e limpeza, em um pacote completo, como forma de reduzir custos). Rapidez na captura do mercado é importante, pois os clientes não costumam trocar de fornecedor e a entrada de um concorrente eficiente ergue barreiras de entrada significativas. O custo de substituição de fornecedores de produtos profissionais é elevado, por causa da necessidade de estabelecer um novo contrato e da reforma civil necessária para trocar *dispensers* em função da troca de produtos de higiene.

Outra característica do mercado de papéis sanitários que o difere dos demais segmentos de papel é a pequena escala das unidades produtivas – segundo a Risi, a maior planta em operação no mundo, localizada nos Estados Unidos, tem capacidade instalada de 110 mil t/ano – em função da baixa densidade dos papéis *tissue*, o que encarece o custo relativo do frete e torna importante que as unidades produtivas estejam dispersas e próximas a seus mercados consumidores. Muitas vezes, a conversão do rolo de papel *tissue* em produto acabado é realizada em outras localidades, para reduzir o custo logístico, uma vez que no produto acabado transporta-se maior quantidade de ar (contida dentro dos tubetes).

As unidades produtivas de *tissue* também são raramente integradas à produção de celulose. Excluindo-se as máquinas de papéis que utilizam como matéria-prima o papel reciclado (ao qual o conceito de unidade integrada não se aplica), este é o tipo de papel com menor percentual de plantas integradas (segundo a Risi, apenas 7,0% da capacidade global instalada no segmento é integrada). Isso é explicado pela necessidade de as produtoras de papéis sanitários localizarem-se próximas aos mercados consumidores e, portanto, afastadas da base florestal de onde se extrai a madeira para produção de celulose, e ainda pela pequena escala produtiva das plantas (que desfavorece investimentos em produção de celulose, ainda que fossem alimentadas por cavacos de madeira transportados de longas distâncias). Ademais, as empresas de *tissue* estão estabelecidas em um setor de consumo e não muito dispostas a investir grandes quantias de capital na fabricação de celulose.

Uso de fibras

As fibras constituem um importante diferencial de qualidade no tocante à produção de *tissue*. Grosso modo, fibras oriundas de pasta química virgem de madeira, sejam coníferas (fibras longas) ou folhosas (fibras curtas), conferem maior qualidade ao produto do que as que se utilizam de pastas recicladas, mecânicas ou de celulose oriunda de outros vegetais que não a madeira (*nonwood pulp*).

A utilização de fibras também vai depender do tipo de produto fabricado. Conforme o Quadro 1 destaca, alguns produtos necessitam de características de qualidade que só podem ser obtidas com o uso da fibra curta, da fibra longa ou ainda de uma composição das duas.

O *mix* de fibras também é definido por padrões culturais ou pela disponibilidade de fibras. Por exemplo, o Brasil, por ter grande disponibilidade de fibra curta de eucalipto e baixa de fibra longa, produz seus papéis *tissue* utilizando uma quantidade mais elevada da primeira do que a média observada nas demais regiões. De fato, das empresas nacionais, a maioria só utiliza fibra longa no papel-toalha. Como consequência, os papéis nacionais costumam se mostrar menos resistentes ao rasgo.

Quadro 1 | Qualidade e uso de fibras na produção de papéis *tissue*

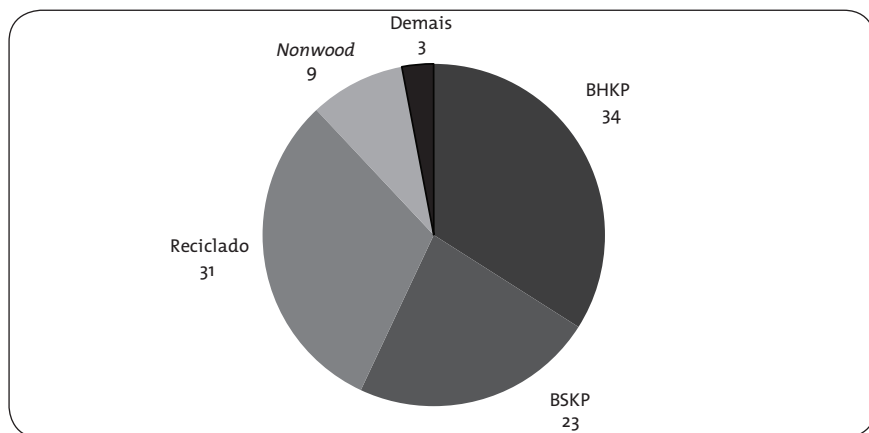
Produto	Requerimentos de qualidade	Composições típicas, utilizando-se de fibras virgens de qualidade
Papel higiênico	Suavidade e volume	30% fibra longa + 70% eucalipto/ 100% eucalipto
Lenços	Suavidade e resistência a rasgo	50% fibra longa + 50% eucalipto/ 30% fibra longa + 70% eucalipto
Guardanapos	Volume e resistência a rasgo	40% fibra longa + 60% eucalipto/ 100% fibra longa
Toalha	Capacidade de absorção, volume e resistência a rasgo quando úmida	70% fibra longa + 30% eucalipto/ 100% fibra longa

Fonte: Voith.

De acordo com estimativas da Risi (Gráfico 2), em 2010, a celulose *kraft* branqueada de fibra curta (*bleached hardwood kraft pulp* – BHKP, categoria na qual o BEKP se insere) representou 34,0% do consumo global de fibras na produção de papéis *tissue* no mundo. A fibra longa (*bleached softwood kraft pulp* – BSKP) foi responsável por outros 23,0%, ao passo

que as aparas de papel, por 31,0%.³ Outras pastas responderam por 12,0% do total, com destaque para *nonwood pulp*, com 9,0% (majoritariamente utilizado na China).

Gráfico 2 | Composição de fibras na produção de *tissue* em 2010 (em %)



Fonte: Risi.

A Risi estima que, nos próximos anos, a busca por qualidade (além do diferencial de custos em relação à BSKP) fará com que se utilize, cada vez mais, madeira de fibra curta na produção global de fibras, com destaque para a de eucalipto. A fibra curta de eucalipto é fina e flexível, gira fácil durante a preparação da massa, garantindo volume e maciez ao produto final. Produtores brasileiros de celulose vêm investindo em melhorias na fibra para atender a esse mercado (em 2010, 54,0% das vendas da Fibria, maior produtora de celulose de eucalipto de mercado do mundo, foram destinadas à produção de *tissue*).

Além disso, haverá elevação nos custos para utilização da fibra reciclada, o que deverá favorecer o uso da fibra virgem. Isso porque a principal fonte de aparas de papel para o segmento de *tissue* se origina dos papéis gráficos, em especial dos países desenvolvidos, onde a taxa de recuperação⁴ é alta. Contudo, esses papéis vêm apresentando retração na demanda em tais regiões, em razão da concorrência com as mídias digitais. Essa redução da

³ É importante notar que esse percentual se refere ao percentual de fibras do produto acabado. As aparas de papel apresentam um alto volume de perdas (entre 30% e 40%) durante o processo de reciclagem. Por exemplo, ao utilizar quinhentas toneladas de aparas de papel na produção de mil toneladas de *tissue*, a composição final de reciclado no produto acabado será de cerca de 32,5% e não de 50%.

⁴ Definida como a razão entre a produção de aparas e o consumo de papéis.

oferta de aparas deve elevar seu custo, reduzindo a vantagem econômica de utilizá-las no lugar da fibra virgem.

Portanto, a tendência é que a celulose de fibra curta, em especial a de eucalipto, ganhe cada vez mais relevância na composição de fibras nos papéis *tissue*. A exceção deve ocorrer nos papéis-toalha, em que é bem provável que o uso da celulose de fibra longa permaneça relevante.

Recentemente, em junho de 2012, a Kimberly-Clark anunciou que pretendia reduzir em 50% seu consumo de fibra oriunda de madeira de “florestas naturais” (*natural forests*) até 2025, substituindo tal conteúdo por outras fibras naturais, com destaque para o bambu. A companhia ainda não especificou a que se refere o termo “florestas naturais”, mas provavelmente designa as florestas de pinheiro (fibra longa) de longo ciclo de crescimento da América do Norte. Segundo a companhia, o objetivo da ação é garantir uma oferta de fibra da maneira mais sustentável possível, de forma a maximizar o uso do solo e dos recursos naturais. Ainda é cedo para avaliar se tal movimento logrará êxito, se será seguido por outras empresas ou se a fibra de eucalipto também será atingida pela substituição por fibra *nonwood*.

Qualidade e tecnologia

A qualidade em *tissue* não depende apenas das fibras utilizadas, mas também do processo produtivo empregado. Com vistas a isso, em 1967 a Procter & Gamble (P&G) – um dos maiores *players* globais de *tissue* – desenvolveu a tecnologia Thru-Air-Drying (TAD), para produção de papéis sanitários de altíssima qualidade. Por meio do uso mais intenso de fibras e, principalmente, de energia, esse processo produtivo se popularizou nos Estados Unidos (que, como será visto adiante, é o mercado de mais alto consumo *per capita* de *tissue* no mundo) e pavimentou a liderança da P&G no mercado *premium* de *tissue* no país.

No fim dos anos 1980 e início dos 1990, produtores tentaram levar o modelo TAD para o mercado europeu, sem o mesmo sucesso. Nessa região, o mercado *premium* passou a ser especialmente referenciado pelo número de folhas (os papéis higiênicos dessa categoria chegam a ser compostos por até seis folhas), distinguindo-se do que os americanos consideram *premium* (Tabela 1).

Posteriormente, a Kimberly-Clark desenvolveu melhorias na TAD – chamando a nova tecnologia de Uncreped Through-Air Drying (UCTAD) – com o fornecedor de equipamentos Metso, o que ilustra como

nesse mercado os produtores costumam desempenhar um papel mais ativo no desenvolvimento de novas tecnologias do que nos demais segmentos de papéis.

Tabela 1 | Capacidade global de TAD no fim de 2011

Região/país	Capacidade instalada TAD	% da capacidade de <i>tissue</i> total
América do Norte	2.660	31,4
Canadá	53	6,8
Estados Unidos	2.607	33,9
Europa Ocidental	545	7,6
Bélgica	35	31,8
França	175	19,8
Alemanha	65	4,5
Itália	110	6,3
Reino Unido	160	17,9
América Latina	156	3,8
Colômbia	21	7,2
México	135	11,8
Oceania	90	30,5
Austrália	90	38,8
Total	3.451	10,2

Fonte: Risi.

Nos últimos dez anos, a Metso consolidou-se como o principal fornecedor de máquinas TAD (incluindo UCTAD), com a Andritz e a Toscotec. Segundo estimativas da Risi, a tecnologia TAD responde por cerca de 10% da capacidade instalada no mundo, percentual que chega a 34% nos Estados Unidos e 39% na Austrália. Na Europa, a fabricação com tecnologia TAD se concentrou na fabricação de papéis-toalha para cozinha.

O alto uso de energia elétrica por máquinas TAD, bem como o desejo de fornecedores de equipamentos de se destacar no mercado, vem levando ao surgimento de novas tecnologias. Recentemente, a Voith desenvolveu a tecnologia Advanced Tissue Moulding System (ATMOS), ao passo que a Metso desenvolveu a AdvantageNTT.

A ATMOS foi desenvolvida pela Voith no Brasil, no Tissue Innovation Center, em São Paulo, onde existe uma planta-piloto, inaugurada em 2011. A empresa apresentou a tecnologia pela primeira vez ao público no evento Tissue World, realizado em Nice, França, em 2007. A Voith

afirma que a tecnologia ATMOS é a única flexível o bastante para produzir papéis *tissue* de baixa, média e alta qualidades, utilizando-se 100% de fibra reciclada (em contraste, a tecnologia TAD pode operar com, no máximo, 25% de aparas em seu *mix*).

Outro diferencial desta tecnologia em relação à TAD é que apenas 25% da folha de papel é prensada durante o processo. Assim, a empresa informa que é possível economizar até 25% em fibras e até 60% de energia, por tonelada produzida, em comparação à tecnologia TAD.

A flexibilidade da tecnologia, em especial no tocante ao uso de fibras, aliada a seu apelo de sustentabilidade (pela grande redução no uso de energia), torna essa tecnologia bastante promissora. A empresa já comercializou algumas máquinas que utilizam a técnica ATMOS e está imprimindo um grande esforço no mercado para que ela obtenha mais visibilidade, o que vem sendo ajudado pela abertura da planta-piloto.

A inovação da Metso, a tecnologia AdvantageNTT, foi apresentada na conferência Tissue Making, em 2008, na Suécia. Essa tecnologia combina a flexibilidade de produção de papéis *premium* e de papéis convencionais, a produção de um papel com alto volume e a redução no consumo de fibras e energia. Entretanto, de acordo com as informações obtidas pela Risi, a Metso ainda não comercializou nenhuma máquina com essa nova técnica.

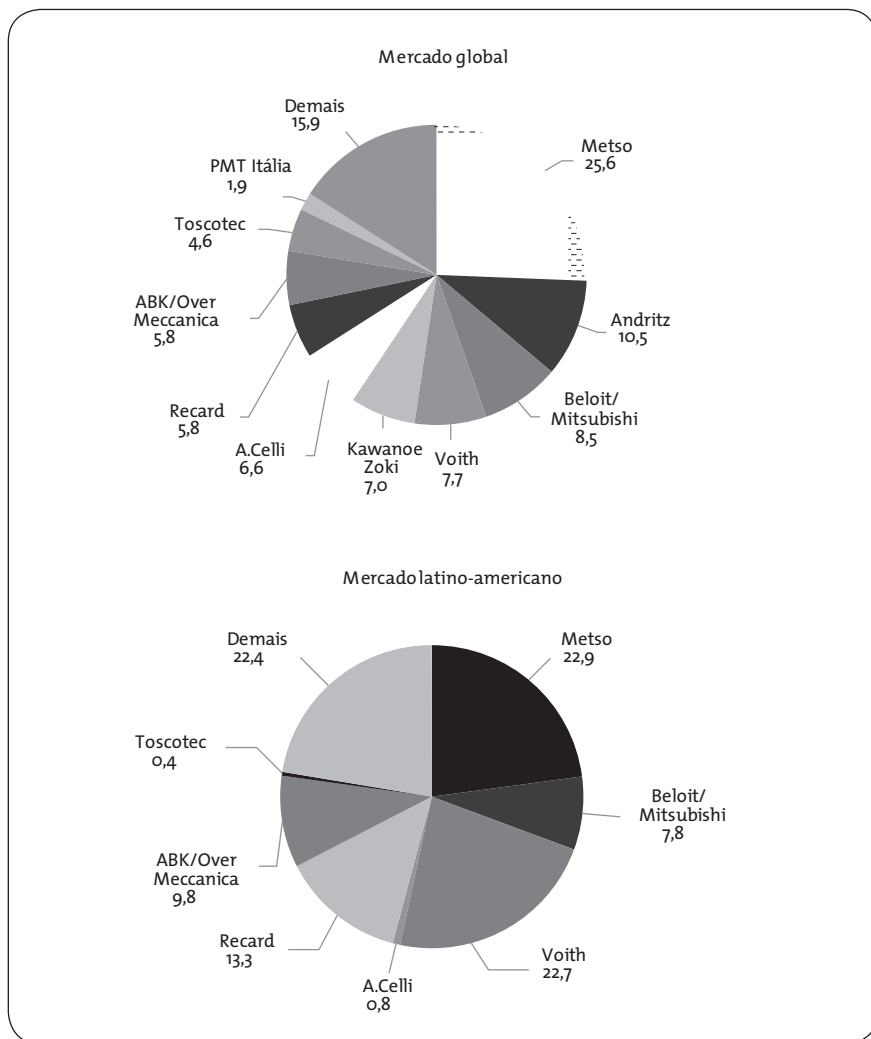
Fornecedores

Existe bastante dispersão no fornecimento de máquinas de *tissue* no mundo. A Risi fez um levantamento de todas as máquinas vendidas (e comunicadas ao mercado) desde 1990 e elaborou um *ranking*⁵ dos maiores fornecedores (Gráfico 3), liderado pela Metso (25,6% de *share* global), Andritz (10,5%), Beloit/Mitsubishi⁶ (8,5%) e Voith (7,7%). Na América Latina, a concentração é maior, com Metso e Voith praticamente empatadas na liderança (22,9% e 22,7%), seguidas pela Recard (13,3%).

⁵ Com base na capacidade instalada de cada nova máquina que foi adicionada ao mercado ao longo dos anos.

⁶ A Beloit decretou falência no fim dos anos 1980 e foi adquirida pela Mitsubishi, que saiu desse mercado. Atualmente, a Metso detém os direitos das tecnologias de ambas as companhias no segmento de *tissue*.

Gráfico 3 | *Market share* dos fornecedores das novas máquinas de *tissue* desde 1990 (em %)

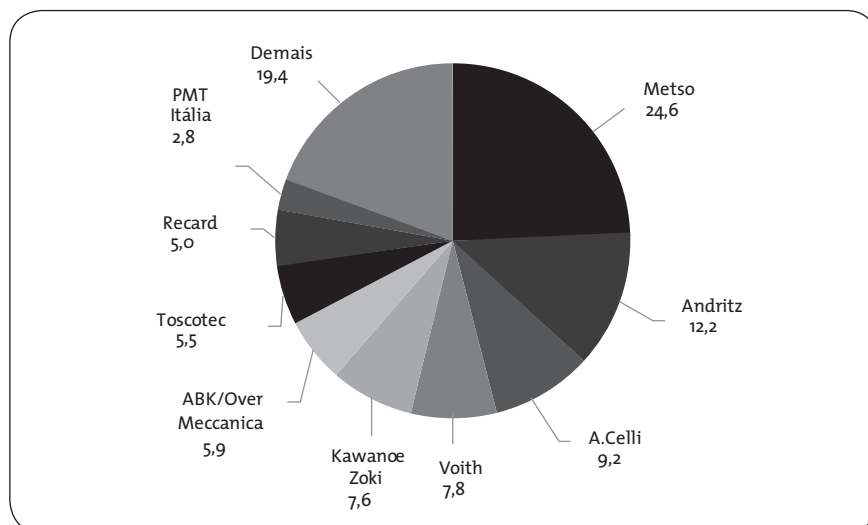


Fonte: Risi.

É importante destacar a grande quantidade de fornecedores italianos, com participação de quase 25% no mercado (Recard, ABK/Over Meccanica, A.Celli, Toscotec e PMT Itália). Formou-se, na Itália, um importante *cluster* de produção de *tissue*, e o país passou a ser um dos principais produtores desse tipo de papel na Europa.

Se for considerada a participação apenas das novas máquinas que entraram no mercado depois do ano 2000 (Gráfico 4), a posição das empresas se altera. A concentração aumenta, em parte, pela exclusão dos dados da falida Beloit. Além disso, as empresas italianas elevam ainda mais sua participação, que vai a 28,4%.

Gráfico 4 | *Market share* dos fornecedores nas novas máquinas de *tissue* desde 2000 (em %)



Fonte: Risi.

Panorama mundial

Demanda

Os papéis sanitários apresentaram CAGR global no consumo de 4,3%, no período 1991-2001, e de 3,4% no período 2001-2010. O menor crescimento observado no segundo período foi causado pelo recessivo ano de 2009. Entretanto, mesmo nesse ano, em que o consumo global de papéis recuou 5,6%, o consumo global de *tissue* não se retraiu, aumentando 0,9%. Além disso, esse menor crescimento foi devido, em grande parte, ao segmento institucional (AFH) e não ao residencial (*at home*), o que mostra a resiliência do consumo desse tipo de papel mesmo em situações de baixo crescimento econômico.

Tabela 2 | Demanda global de *tissue* (em mil t)

Região/País	1991	% em 1991	2010	% em 2010	1991-2010	
					CAGR	t
Europa Ocidental	3.742	26	6.280	21	2,8	2.538
Europa Oriental	413	3	1.490	5	7,0	1.077
América do Norte	5.616	39	8.185	28	2,0	2.569
América Latina	1.234	9	3.241	11	5,2	2.007
Oriente Médio	159	1	926	3	9,7	767
Japão	1.435	10	1.843	6	1,3	408
China	720	5	4.775	16	10,5	4.055
Demais asiáticos	578	4	1.598	5	5,5	1.020
África	164	1	536	2	6,4	372
Oceania	223	2	378	1	2,8	155
Total mundial	14.284	100	29.252	100	3,8	14.968

Fonte: Risi.

Em 2010, o maior mercado mundial era o da América do Norte (Tabela 2), responsável por 28,0% da demanda global, seguido da Europa Ocidental (21,0%), China (16,0%) e América Latina (11,0%). Em relação ao volume, nos últimos dez anos, a maior parte da demanda adicional veio da China (4 milhões de t), seguida de América do Norte e Europa Ocidental (2,5 milhões de t cada um) e da América Latina (2 milhões de t). Para o futuro, estimativas levantadas por consultorias e produtores de equipamentos apontam para um aumento na demanda de papéis sanitários próximo a 4,0% a.a., puxado pelos países emergentes, com destaque para a China e os países da América Latina, mas com todos os mercados apresentando crescimento.

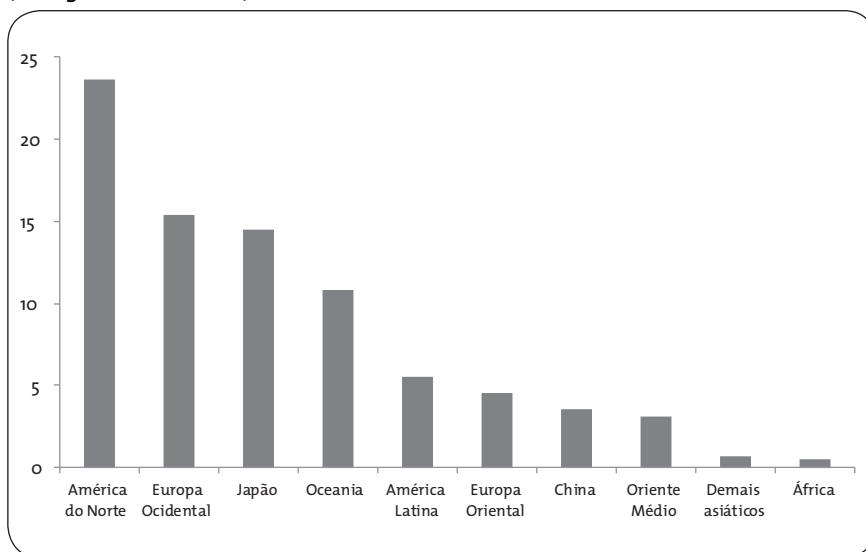
Consumo per capita, qualidade e drivers de crescimento

Apesar do grande crescimento registrado em mercados emergentes nos últimos dez anos, ainda reside um imenso potencial de ampliação no con-

sumo nessas regiões, em função do ainda baixo consumo *per capita* observado (Gráfico 5).

Os *drivers* de crescimento do segmento de *tissue* são: aumento populacional, expansão econômica, urbanização, níveis de penetração do produto, desenvolvimento na qualidade dos produtos e utilização de produtos substitutos. No entanto, esses fatores não atuam da mesma maneira e dependem do estágio de desenvolvimento no qual o país se encontra (gráficos 6, 7 e 8).

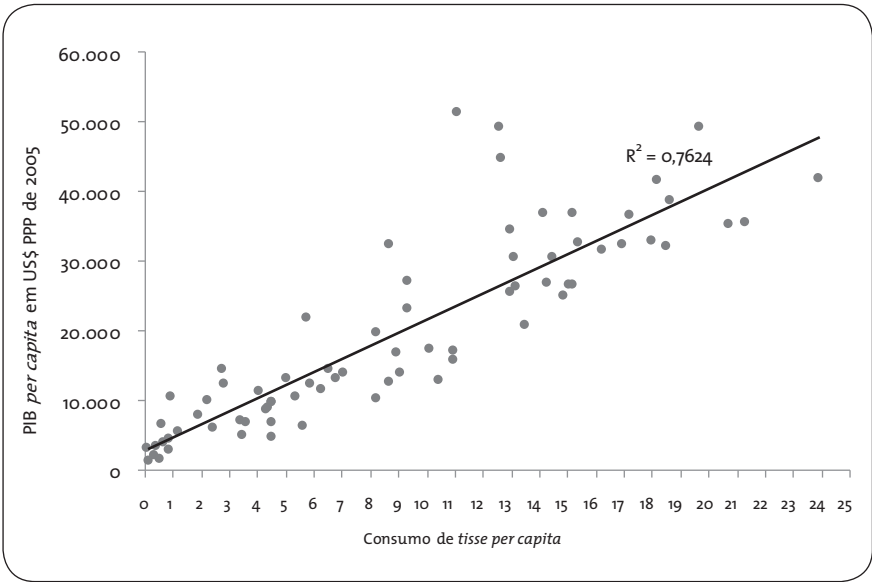
Gráfico 5 | Consumo *per capita* de *tissue* em 2010, por região
(em kg/ano/habitante)



Fonte: Risi.

Para um consumo *per capita* anual inferior a 5 kg, os principais *drivers* de crescimento são a economia, a urbanização e o aumento da população, estágio no qual se encontram diversas economias emergentes, como o Brasil (4,5 kg) e a China (3,6 kg). Para um consumo *per capita* acima desses padrões, o desenvolvimento da qualidade (por meio de maior número de folhas, uso de fibras virgens e tecnologias estruturantes, como o TAD) e o maior nível de penetração de produtos nas diferentes classes econômicas da população são fatores fundamentais para que o consumo possa continuar crescente.

Gráfico 6 | PIB* *per capita* e consumo de *tissue per capita* em diversos países do mundo**

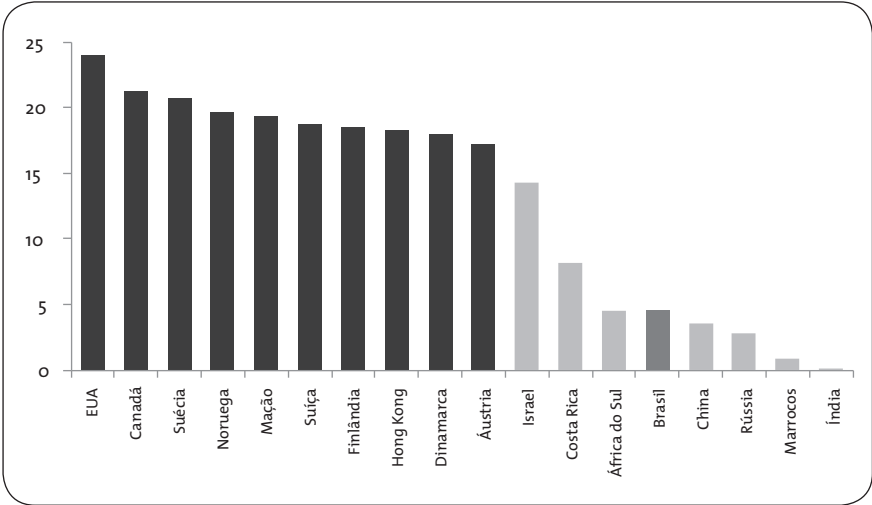


Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Risi.

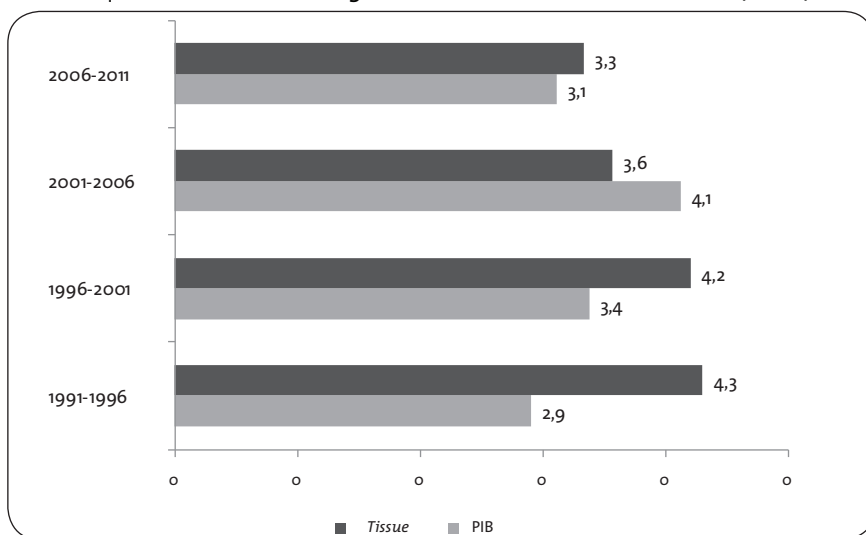
* Produto Interno Bruto.

** Considera 78 países.

Gráfico 7 | Consumo *per capita* dos dez maiores consumidores globais de *tissue* e de alguns países selecionados (em kg/ano)



Fonte: Risi.

Gráfico 8 | CAGR do crescimento global do PIB e do consumo de *tissue* (em %)

Fonte: Risi.

Em relação à qualidade do produto, as particularidades de cada mercado, dependendo de seu nível de desenvolvimento e das preferências do público consumidor, acabam por fazer o conceito de um produto *premium* ser diferente em cada região. Como já exemplificado, no mercado norte-americano, o papel *premium* é estruturado, geralmente fabricado utilizando tecnologia TAD, muito macio, de alta absorção, com uma ou duas folhas, aliado a uma marca própria forte. Já na Europa, o modelo é o de alto número de folhas a partir de fibras virgens, e o avanço das marcas próprias de supermercado (*private label*) reduziu o diferencial visto pelo consumidor no *branding*. Na América Latina, o mercado é mais incipiente, sendo a suavidade e o uso de fibras virgens fatores importantes de qualidade. O México é influenciado pelo padrão norte-americano de consumo e está migrando para esse modelo, enquanto o Brasil ainda considera o padrão de folha dupla, à base de fibra virgem, como *premium*. É uma incógnita se o modelo brasileiro vai acompanhar o modelo europeu (muitas folhas e presença de marcas próprias fortes) ou o norte-americano (produto estruturado e com foco no *branding*).

É importante destacar que fatores culturais também impactam o consumo *per capita*. O exemplo mais nítido ocorre em países com predominância de religião muçulmana, nos quais não é permitida a utilização de papéis higiênicos em toaletes. Em compensação, o consumo de lenços nessas regiões é

muito alto, pois seus habitantes o usam para poderem limpar-se quando não podem tomar banho (ver consumo *per capita* do Oriente Médio, no Anexo I). Outra disparidade no consumo *per capita* costuma ocorrer em países pequenos que recebem um alto fluxo de turistas estrangeiros, por exemplo, o Caribe. Nesses países, o consumo *per capita* costuma ser muito superior ao que seu nível de renda indicaria. Por fim, o consumo *per capita* de papéis sanitários é muito resiliente, isto é, uma vez atingido determinado padrão de consumo, dificilmente retorna-se a um patamar inferior, ainda que o país passe por um processo de decadência econômica.

Para os próximos anos, o aumento de renda *per capita* impulsionará o consumo de papéis *tissue* por dois fatores: (i) a entrada de novos consumidores no mercado, em razão do crescimento econômico esperado para as regiões emergentes, de baixo consumo; e (ii) a melhoria de qualidade demandada pelos atuais consumidores, à medida que estes aumentarem seu nível de renda. Em relação aos produtos substitutos, a maior ameaça reside no segmento institucional, em especial no consumo de toalhas. Exemplos de substitutos são os secadores de mãos de pano ou à base de ar quente.

Produtos e segmentos de consumo

O principal produto no segmento de *tissue* é o papel higiênico (tabelas 3 e 4), responsável por 57,0% da demanda global. O consumo desse produto é mais intenso no segmento residencial (63,0% do total da demanda) do que no institucional (37,0% do total). Neste último, os papéis-toalha têm um peso quase igual (37,0%), seguidos pelos guardanapos (15,0%). Considerando todos os produtos, o consumo no segmento residencial é bem superior ao consumo no segmento institucional (22,4 milhões de toneladas *versus* 6,7 milhões de toneladas).

Tabela 3 | Consumo global de *tissue* em 2010

Produto	Total (mil t)	%	Residencial (mil t)	%	Institucional (mil t)	%
Papel higiênico	16.759	57,3	14.205	63,2	2.554	37,7
Lenços	3.459	11,8	3.254	14,5	205	3,0
Toalhas	6.428	22,0	3.888	17,3	2.540	37,5
Guardanapos	2.090	7,1	1.043	4,6	1.047	15,5
Demais	516	1,8	88	0,4	428	6,3
Total <i>tissue</i>	29.252	100,0	22.478	100,0	6.774	100,0

Fonte: Risi.

Tabela 4 | Consumo global de *tissue*, por segmento e produto (em mil t)

Segmento/produto	2001	2006	2010	2001- 2006 (%)	2006- 2010 (%)
Residencial	16.287	19.625	22.478	3,8	3,5
Papéis higiênicos	10.127	12.383	14.205	4,1	3,5
Lenços	2.346	2.694	3.254	2,8	4,8
Toalhas	2.830	3.429	3.888	3,9	3,2
Guardanapos	880	1.031	1.043	3,2	0,3
Demais	104	88	88	(3,3)	0,0
Institucional	5.423	6.237	6.774	2,8	2,1
Papéis higiênicos	1.821	2.274	2.554	4,5	2,9
Lenços	187	194	205	0,7	1,4
Toalhas	1.900	2.245	2.540	3,4	3,1
Guardanapos	917	1.063	1.047	3,0	(0,4)
Demais	598	461	428	(5,1)	(1,8)
Total	21.710	25.862	29.252	3,6	3,1
Papéis higiênicos	11.948	14.657	16.759	4,2	3,4
Lenços	2.533	2.888	3.459	2,7	4,6
Toalhas	4.730	5.674	6.428	3,7	3,2
Guardanapos	1.797	2.094	2.090	3,1	0,0
Demais	702	549	516	(4,8)	(1,5)

Fonte: Risi.

No entanto, cada mercado singulariza-se por sua própria distribuição, em função de padrões culturais, do nível de desenvolvimento e até mesmo do clima. Por exemplo, países com invernos mais rigorosos têm um consumo de lenços superior ao de países mais quentes, por causa da prática de assoar o nariz. Países que recebem um alto fluxo de visitantes internacionais tendem a expandir seu consumo no segmento institucional. Um exemplo notável é a China, que historicamente apresenta baixo consumo nesse segmento, concentrado em poucos hotéis e restaurantes destinados a receber visitantes estrangeiros. Entretanto, mais recentemente, o contínuo aumento de investimento de empresas estrangeiras no país, além do avanço de redes de *fast-food* internacionais, ampliou o consumo no segmento institucional, que ainda recebeu um impulso da Olimpíada de Pequim, em 2008. No Anexo I, consta a distribuição do consumo de *tissue* nas diversas regiões do mundo.

Oferta

A oferta de papéis sanitários é bastante dispersa pelo globo (Tabela 5). A Risi fez um levantamento de todas as plantas industriais em operação no mundo ao fim de 2011 (à exceção da China, onde a Risi mapeou cerca de 80%-85% da capacidade instalada), no qual foram contabilizadas 951 unidades, somando 3.300 máquinas, com capacidade média de 10,3 mil t/ano.

Tabela 5 | Capacidade instalada global de *tissue*

Região/país	Número de plantas	Número de máquinas	Capacidade instalada (mil t)	Participação na capacidade global (%)	Capacidade média (mil t)
América do Norte	88	210	8.528	25	40,6
Europa Ocidental	154	236	7.249	21	30,7
Europa Oriental	96	132	1.812	5	13,7
América Latina	116	220	4.107	12	18,7
Oriente Médio	41	56	1.337	4	23,9
Japão	78	186	2.014	6	10,8
China	218	1.952	5.665	17	2,9
Demais asiáticos	105	245	2.451	7	10,0
Oceania	6	11	295	1	26,8
África	49	79	721	2	9,1
Total	951	3.327	34.179	100	10,3

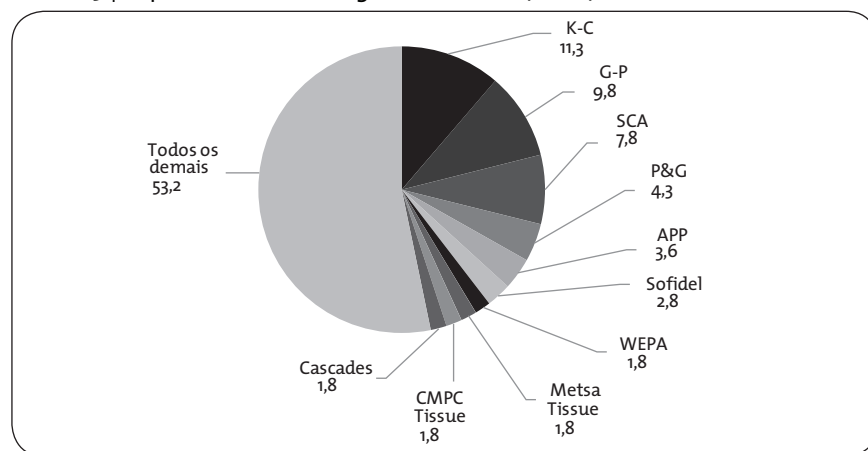
Fonte: Risi.

Além da dispersão geográfica, existe também uma fragmentação na estrutura produtiva da indústria (Gráfico 9). A maior companhia do setor no mundo, a Kimberly-Clark, detém apenas 11,3% da capacidade instalada global, enquanto as cinco maiores respondem por 36,8%. Entre os maiores *players* globais, só existe uma empresa latino-americana, a chilena CMPC, com 1,8% da capacidade instalada total do mercado.

As singularidades de cada mercado, o baixo investimento necessário para instalar uma nova máquina e o alto custo de frete para transportar o papel para longas distâncias explicam essa dispersão. A grande fragmentação global, no entanto, não significa que não existam *players* regionais de porte. Além disso, nos mercados maduros, observa-se uma concentração mais elevada do que nos mercados emergentes, como pode ser analisado

pelo *market share* das cinco maiores empresas nas seguintes localidades: Oceania (100%), América do Norte (75,0%), Japão (65,8%), Europa Ocidental (64,1%) e América Latina (61,6%).

Gráfico 9 | Capacidade instalada global de *tissue* (em %)



Fonte: Risi.

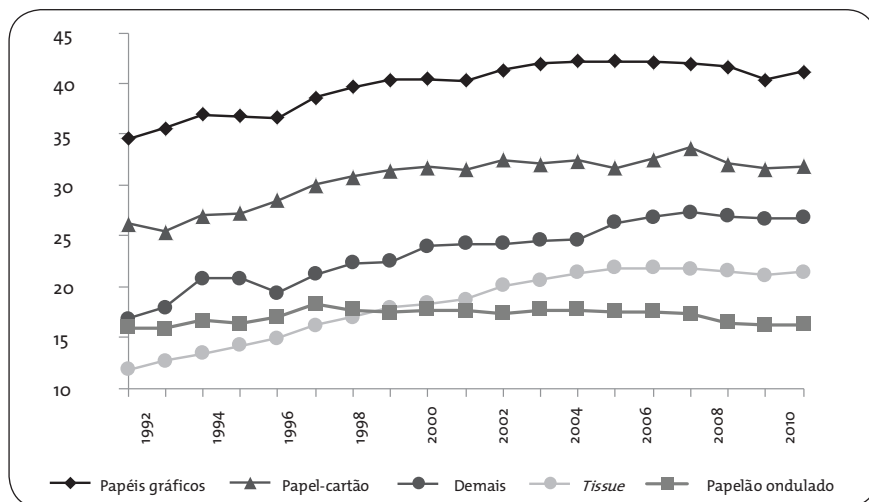
Nos últimos anos, entretanto, o mercado vem apresentando maiores níveis de fragmentação. Em 2005, as cinco maiores empresas detinham 43,4% da capacidade instalada global, valor que caiu para 36,8% em 2011. Em parte, isso ocorreu pela ascensão de empresas de *tissue* chinesas, com destaque para a APP, impulsionadas pelo fortíssimo crescimento orgânico. De certa maneira, também contribuiu para essa fragmentação global a ascensão das marcas próprias (*private labels*) em diversos países europeus. Por esse motivo, gigantes globais, como a P&G e a Georgia Pacific (G-P), vêm se retirando da maioria desses mercados. Entre as empresas gigantes, a SCA é a que vem realizando um movimento mais agressivo de crescimento, inclusive comprando as operações europeias da G-P, além de ter investido em novas adições de capacidade.

Comércio internacional

A baixa densidade (medida pela relação peso/volume) dos papéis sanitários torna pouco viável, do ponto de vista econômico, a exportação do produto. Em 1992, esse tipo de papel era o que apresentava a menor relação exportação/produção (12,0%) entre todos os papéis, inferior até mesmo ao papelão ondulado (Gráfico 10). Porém, de 1992 a 2005, a parcela da produ-

ção exportada aumentou, atingindo o patamar de 22,0% no último ano desse período, mantido desde então. No entanto, esse movimento de ascendência no comércio internacional atingiu não somente o *tissue*, mas também todos os outros tipos de papéis, à exceção do papelão ondulado (Gráfico 10).

Gráfico 10 | Razão global da exportação sobre a produção, por tipo de papel (em %)



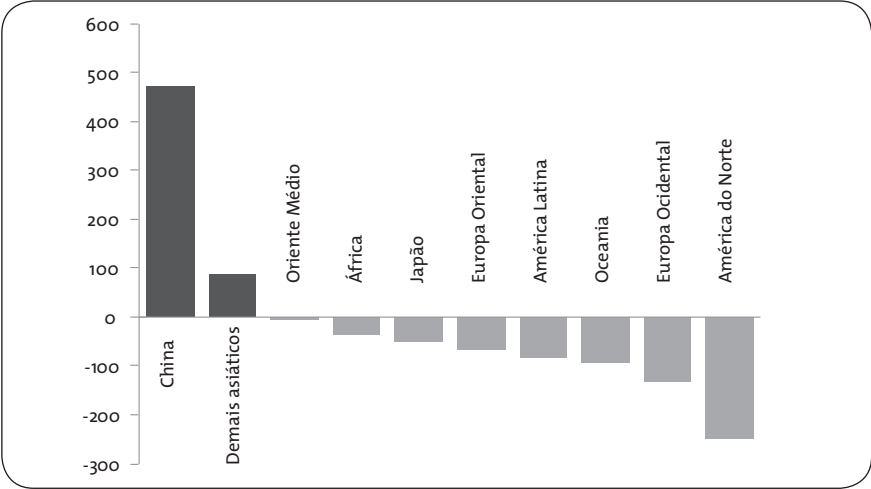
Fonte: Risi.

Em 2010, os cinco maiores exportadores responderam por 43,6% do total transacionado internacionalmente: Itália (11,7%), Alemanha (10,2%), China (8,1%), Estados Unidos (7,7%) e Canadá (5,9%). Entretanto, em função da já citada baixa densidade, significativa parcela do volume transacionado destinou-se a abastecer mercados regionais, sendo muitas vezes as exportações realizadas em formato de grandes rolos (*jumbo rolls*), que, posteriormente, foram convertidos em rolos de tamanho comercial no país de destino. Por exemplo, em 2010, 96,0% das exportações de *tissue* provenientes da Itália tiveram como destino países europeus e 39,0% foram realizadas em *jumbo rolls*.

A região com o maior saldo comercial em 2010 foi a China, positivo em quase 500 mil toneladas (Gráfico 11). O país vem aumentando o volume exportado nos últimos anos, embora, se analisado em relação ao volume produzido, esse valor ainda seja inferior à média mundial, ao redor de 10%. Já a América do Norte aparece como destaque negativo, com déficit de quase 250 mil toneladas em 2010. E, assim como no caso da

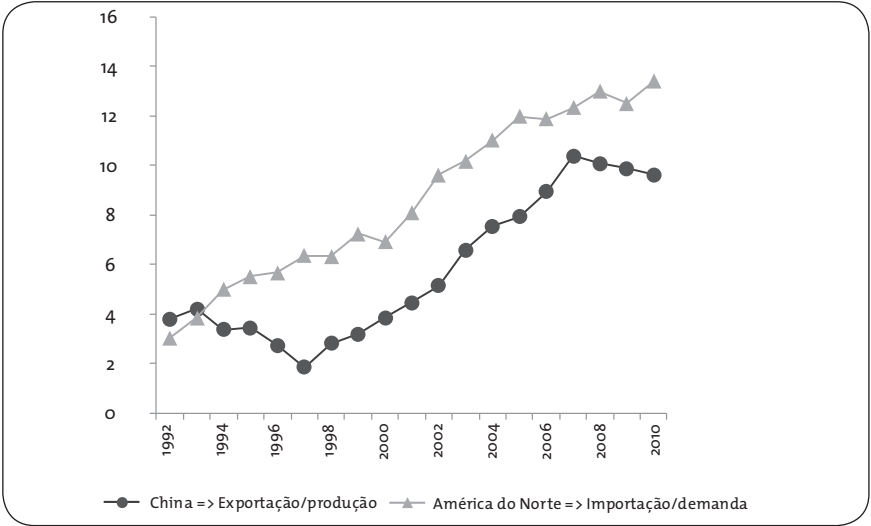
China, a razão entre importação e consumo aparente da região ainda se situa abaixo da média mundial (Gráfico 12).

Gráfico 11 | Saldo comercial de *tissue* em 2010 (em mil t)



Fonte: Risi.

Gráfico 12 | Exportações sobre produção de *tissue* na China e importações sobre consumo aparente na América do Norte (em %)



Fonte: Risi.

Clientes

Como 77% do consumo mundial de *tissue* ocorre no segmento residencial, as empresas varejistas são os principais clientes dos produtores de papéis sanitários. Globalmente, nas últimas duas décadas, o setor varejista apresentou tendência à consolidação, seja na Europa, nos Estados Unidos ou no Brasil. Muitas empresas vêm buscando cada vez mais se internacionalizar (como é o caso da americana Walmart e da francesa Carrefour), o que deve levar a um crescente processo de centralização nas compras, ou ainda a uma concentração das vendas pelos produtores para poucos clientes.

Ganhar ou perder um contrato será então crucial para a sobrevivência ou não de uma empresa. Gigantes multinacionais de *tissue* levarão vantagem, uma vez que ficará mais fácil estabelecer relações comerciais múltiplas, o que inclui a possibilidade de entregar grandes quantidades do produto de forma eficiente em termos logísticos e econômicos. É interessante observar também como vai evoluir a questão das marcas próprias, que vêm obtendo bastante sucesso na Europa (região onde a concentração varejista é maior), mas moderado nos Estados Unidos.

Custos

Para efetuar o levantamento de dados sobre o custo de produção de *tissue* no mundo, foi utilizado o *software* da Risi, que disponibiliza informações sobre as plantas industriais do setor. Todavia, é importante ressaltar que, dada a grande dispersão desse mercado, a Risi tem mapeada em seu sistema cerca de 54% da capacidade instalada global, sendo, em sua maioria, plantas localizadas na Europa, na América do Norte e na Ásia (Tabela 6).

Tabela 6 | Capacidade mapeada pelo *software* da Risi em *tissue*

Região	Capacidade instalada do mercado (mil t/ano)	Capacidade listada na Risi (mil t/ano)	% de cobertura do <i>software</i>	Número de máquinas	Capacidade média (mil t/ano)	Idade técnica (anos)
América Latina	4.107	85	2	16	5,3	26
Ásia	10.130	4.632	46	513	9,0	10
América do Norte	8.528	7.163	84	393	18,2	23

Continua

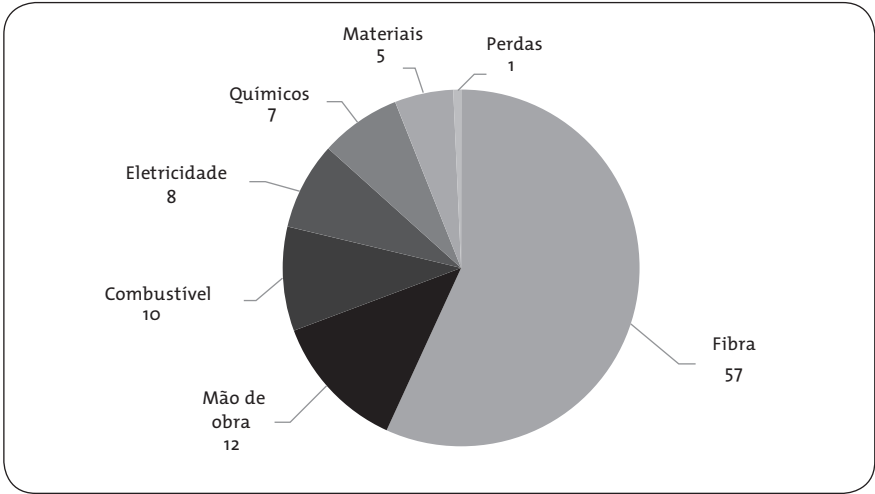
Continuação

Região	Capacidade instalada do mercado (mil t/ano)	Capacidade listada na Risi (mil t/ano)	% de cobertura do software	Número de máquinas	Capacidade média (mil t/ano)	Idade técnica (anos)
Europa	9.061	6.476	71	442	14,7	18
Demais regiões	2.353	n.d.	0	n.d.	n.d.	n.d.
Total	34.179	18.355	54	1.364	13,5	18

Fonte: Risi.

O custo médio de *tissue* durante o primeiro trimestre de 2012, considerando o agregado dessa amostra (Gráfico 13), foi de US\$ 913/t. O principal componente do custo foi a fibra, respondendo por 58% do total, seguida de mão de obra (12%), combustível (10%) e eletricidade (8%). Porém, é válido notar que esses custos podem variar significativamente entre regiões, dependendo do processo produtivo (TAD, ATMOS ou outro), do tipo de fibra utilizado (baixa ou alta qualidade), da estrutura produtiva (planta integrada, não integrada ou outro tipo), da escala e da idade tecnológica das plantas.

Gráfico 13 | Custo-caixa global de *tissue* (em %)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Risi.

Para ilustrar tal fato, foi realizada uma regressão múltipla, com base nos dados de 393 máquinas norte-americanas (mercado com maior cobertura no sistema da Risi), utilizando-se o custo-caixa como variável dependente e as

variáveis capacidade instalada, idade tecnológica, TAD (variável *dummy*, 1 = processo TAD e 0 = não TAD) e três variáveis *dummy* para ilustrar a configuração da planta (integrada, parcialmente integrada, não integrada e a base de fibra reciclada). Todas as variáveis apresentaram significância estatística, e o coeficiente de determinação (R^2) ajustado foi de 0,75.

Dessa forma, a cada aumento de 1 mil t/ano na capacidade instalada, se tudo o mais constante, o custo-caixa é reduzido em US\$ 2/t. Já um aumento em um ano na idade tecnológica eleva o custo-caixa em US\$ 4/t. Plantas industriais que utilizam a tecnologia TAD apresentam custo-caixa, na média, US\$ 85/t acima das que não dispõem desse tipo de processo. Quando há integração na estrutura produtiva, observa-se uma redução no custo de US\$ 141/t; no caso de integração parcial, um acréscimo de US\$ 128/t; e quando o processo é não integrado, o custo é de US\$ 278/t a mais (Tabela 7).

Tabela 7 | Estatísticas da regressão múltipla

	Coeficientes	Erro-padrão	Stat t	Valor-P (%)
Interseção	676,9	11,1	60,7	0,000
Capacidade (mil t)	(2,0)	0,3	(7,9)	0,000
Idade técnica	4,1	0,3	13,3	0,000
TAD	85,5	16,9	5,0	0,000
Integrada	(140,7)	17,0	(8,3)	0,000
Semi-integrada	127,7	12,0	10,7	0,000
Não integrada	278,2	13,3	20,9	0,000

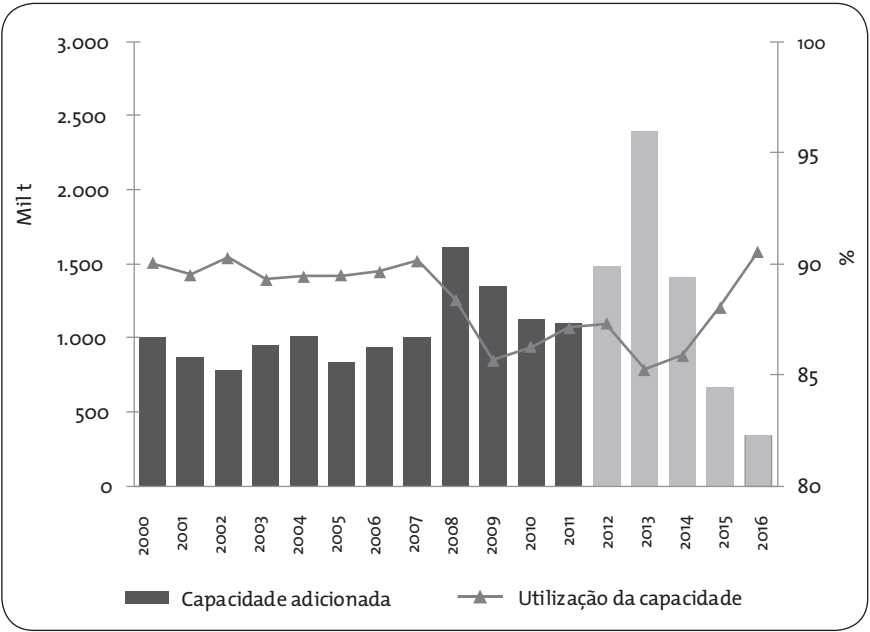
Fonte: Elaboração própria.

Utilização da capacidade instalada

De 2000 a 2007, a utilização global da capacidade instalada se situou ao redor de 90% (Gráfico 14). Porém, a crise global nos dois anos subsequentes levou essa taxa a patamares inferiores aos observados, chegando a 86% em 2009. Em 2010 e 2011, observou-se uma recuperação, que deve continuar em 2012 segundo as previsões da Risi. Contudo, a consultoria acredita que, já em 2013, a taxa deve voltar a cair, em função do grande número de novos projetos anunciados, em especial na China, na América do Norte e na América Latina, sem precedentes na história (49% superior ao recorde atingido em 2008).

Para além desse período, o número de projetos anunciados se reduz, o que é natural, uma vez que os projetos de *tissue* não requerem longo tempo de planejamento. Entretanto, mesmo que nenhum outro projeto, além dos já anunciados, venha a ocorrer, a taxa de utilização de capacidade só retornaria ao patamar histórico de 90% em 2016. Caso outros projetos não previstos entrem em operação e/ou ocorram fechamentos de capacidade, essa taxa de utilização poderá ser alterada. O mais provável, no entanto, é que no curto prazo plantas menores, pequenas e ineficientes estejam mais suscetíveis a encerrarem suas atividades.

Gráfico 14 | Capacidade instalada adicionada global de *tissue* e respectiva taxa de utilização



Fonte: Risi.

Panorama latino-americano e brasileiro

Demanda

O consumo de *tissue* na América Latina, em 2010, foi de 3,2 milhões de toneladas (Tabela 8), o que representou um acréscimo de 2 milhões de tonela-

das em relação ao patamar registrado em 1991. Dois países, México e Brasil, responderam por 58% desse consumo, apresentando um CAGR, entre 1991 e 2010, de 4,9% e 4,2%, respectivamente. No entanto, é válido notar que a taxa de crescimento do consumo brasileiro foi mais acelerada na segunda metade desse período do que na primeira (4,9% a.a. *versus* 3,6% a.a.), ao passo que no país mexicano ocorreu o contrário (4,2% a.a. *versus* 5,6% a.a.).

Números preliminares de 2011 e 2012 apontam para uma forte expansão no consumo de *tissue* no Brasil. Segundo dados da Bracelpa, a expansão no consumo aparente em 2011 foi de 7,8% [Bracelpa (2012a)] e, no primeiro semestre de 2012 (em relação ao mesmo período de 2011), foi de 4,6% [Bracelpa (2012b)]. Adicionalmente, prevê-se que o crescimento para os próximos anos se mantenha elevado.

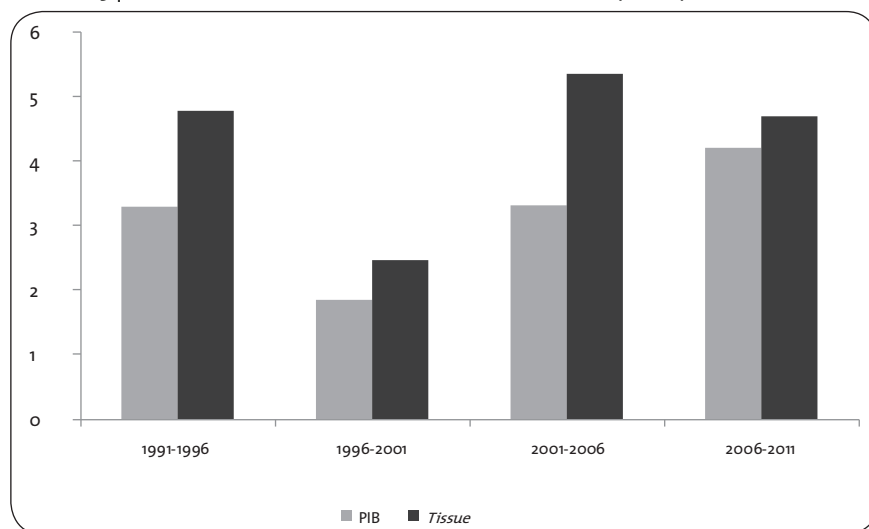
Tabela 8 | Demanda latino-americana de *tissue* (em mil t)

País	1991	% em 1991	2001	% em 2001	2010	% em 2010	1991-2001		2001-2010	
							CAGR	t	CAGR	t
Argentina	50	4	183	9	290	9	13,9	133	5,2	107
Brasil	415	34	592	28	908	28	3,6	177	4,9	316
Chile	57	5	112	5	152	5	7,0	55	3,5	40
Colômbia	68	6	125	6	193	6	6,3	57	4,9	68
Costa Rica	12	1	22	1	37	1	6,2	10	5,9	15
República Dominicana	4	0	17	1	26	1	15,6	13	4,8	9
Equador	14	1	33	2	50	2	9,0	19	4,7	17
El Salvador	9	1	17	1	34	1	6,6	8	8,0	17
Guatemala	17	1	32	2	61	2	6,5	15	7,4	29
México	388	31	670	32	971	30	5,6	282	4,2	301
Nicarágua	2	0	5	0	17	1	9,6	3	14,6	12
Panamá	11	1	22	1	32	1	7,2	11	4,3	10
Peru	24	2	49	2	124	4	7,4	25	10,9	75
Uruguai	8	1	18	1	26	1	8,4	10	4,2	8
Venezuela	120	10	146	7	170	5	2,0	26	1,7	24
Demais	35	3	81	4	150	5	8,8	46	7,1	69
Total	1.234	100	2.124	100	3.241	100	5,6	890	4,8	1.117

Fonte: Risi.

As características que explicam a expansão ocorrida nos últimos anos e a esperada para os que estão por vir no consumo de *tissue* no Brasil são o aumento demográfico, o crescimento econômico (Gráfico 15), a melhoria na distribuição de renda – que traz novos consumidores ao mercado [Vital (2008)] –, além da Copa do Mundo e da Olimpíada, que devem trazer impulso extra para o consumo do segmento institucional no país, a exemplo do ocorrido em outras regiões do mundo, como o já citado caso da China.

Gráfico 15 | CAGR do PIB e do consumo de *tissue* brasileiro (em %)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Risi e Bacen.

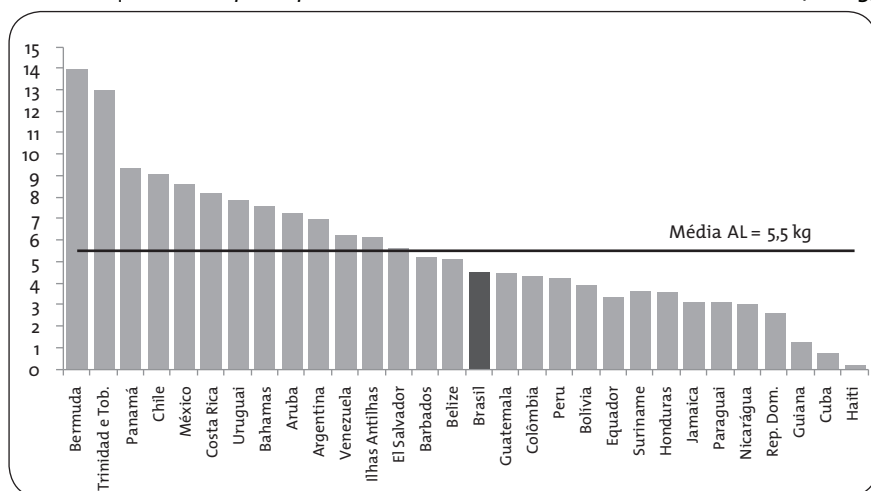
Consumo per capita, qualidade e drivers de crescimento

Apesar de sua expressiva população (590 milhões de habitantes) a América Latina tem um consumo de papéis sanitários moderado, reflexo de um consumo *per capita* ainda baixo, embora crescente. Em 1991, o consumo *per capita* anual de *tissue* da região era de 2,8 kg, passando a 4,0 kg em 2001 e a 5,5 kg em 2010.

Em 2010, os maiores consumos *per capita* da região foram registrados nas Ilhas Bermudas, Trinidad e Tobago, Panamá, Chile, México e Costa Rica (Gráfico 16). O grande fluxo de turistas estrangeiros explica boa parte do elevado consumo *per capita* nesses países, à exceção do México e do Chile. O primeiro revela influência direta do alto padrão de consumo dos Estados

Unidos, ao passo que o segundo é o país mais desenvolvido da região. Já o Brasil teve um modesto consumo, de apenas 4,5 kg/habitante, inferior até mesmo à média observada na América Latina, o que é mais um indício do imenso potencial do país no mercado de papéis sanitários. Entretanto, em razão de suas dimensões continentais e das disparidades socioeconômicas observadas entre as regiões, o consumo não se distribui de forma uniforme pelo Brasil. Na cidade de São Paulo, por exemplo, já se situa na faixa dos 15,0 kg/habitante, patamar semelhante ao observado na Europa Ocidental, ao passo que no Nordeste, o consumo está ao redor de 3,5 kg/habitante.

Gráfico 16 | Consumo *per capita* anual de *tissue* na América Latina em 2010 (em kg)



Fonte: Risi.

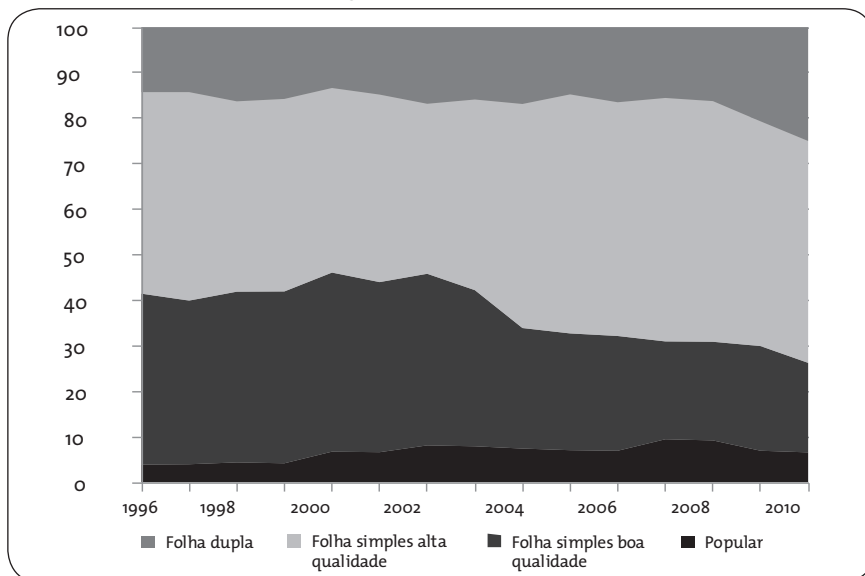
As desigualdades socioeconômicas da América Latina impactam diretamente na qualidade e variabilidade dos produtos oferecidos, sendo possível encontrar desde folhas simples, oriundas de papel reciclado e de baixa qualidade, até folhas *premium* fabricadas utilizando-se o processo TAD. Os dois principais mercados, México e Brasil, ilustram essa questão, observando-se, porém, que o nível de desenvolvimento do mercado mexicano já é bem maior do que o do brasileiro, em parte em virtude dos grandes esforços de gigantes americanas, como a K-C e P&G, para tornar o padrão de consumo mexicano o mais próximo possível ao observado nos Estados Unidos, até mesmo pela instalação de máquinas TAD. Em contraste, o Brasil não dispõe de nenhuma máquina dessa natureza e, a julgar pelas perspectivas

fornecidas por *players* do setor, ainda passarão muitos anos até que o país possa receber um investimento dessa natureza.

No Brasil, as discussões em relação à qualidade do papel ainda estão focadas no número de folhas que compõem o produto, especialmente no papel higiênico, principal produto de *tissue* consumido no país. Este, vale ressaltar, é o único produto sobre o qual a Bracelpa divulga estatísticas segregadas em quatro níveis de qualidade, a saber: higiênico popular; folha simples de boa qualidade; folha simples de alta qualidade; e higiênico folha dupla. É interessante notar que este último, o produto de mais alta qualidade categorizado pela Bracelpa para o mercado brasileiro, corresponde a um produto-padrão em mercados desenvolvidos.

É possível inferir, observando-se a série histórica disponibilizada pela Bracelpa (Gráfico 17), que a categoria folha dupla não aumentou sua participação relativa no segmento de papéis higiênicos entre 1996 e 2008. Contudo, em 2009 e 2010, verificou-se expressivo aumento de participação, atingindo 25% do volume total produzido, fato que deve continuar ocorrendo, à medida que o nível de renda da população aumentar, e um maior número de consumidores passe a adquirir produtos mais sofisticados.

Gráfico 17 | Produção de papel higiênico no Brasil, por nível de qualidade (em %)



Fonte: Bracelpa.

O segundo nível de qualidade, o folha simples alta qualidade, ganhou mercado em 2005, mas sua participação vem sendo constante desde então. Já o folha simples boa qualidade foi o que experienciou perda expressiva de participação. A categoria popular vem obtendo ganhos relativos moderados ao longo dos últimos anos, o que pode ser explicado pelo grande número de usuários que passaram a consumir papel higiênico e que não o faziam anteriormente. Depois de alguns anos de uso, a tendência é que estes migrem para uma categoria de melhor qualidade.

Segundo empresas do setor, a denominada “nova classe C” consome folha simples de alta qualidade, mas muitos adquirem papéis higiênicos *premium* de folha dupla, em razão do *status* social que o consumo desse produto parece trazer a essa classe.

Conforme já exposto neste artigo, para o futuro, permanece a dúvida de como vai evoluir o padrão de qualidade brasileiro depois de atingir maior consumo de folha dupla, se vai migrar para o modelo americano, de papel estruturado, ou para o europeu, de maior número de folhas. Porém, para o médio prazo, a folha dupla deve se consolidar no mercado nacional, o que será um desafio para os pequenos fabricantes, que atuam principalmente na categoria folha simples. A estratégia da K-C, que desde o fim de 2010 não produz mais folha simples, deve acelerar esse movimento.

Outras implementações recentes do mercado nacional são a borda plástica das embalagens, formando uma alça nos pacotes com oito rolos ou mais, e o tubo compacto (que permite significativa redução dos custos de frete e armazenagem). Tais novidades estão sendo rapidamente disseminadas pelas empresas no mercado nacional, pelo fato de que ambas as inovações representam um forte apelo de praticidade e sustentabilidade (a alça economiza uma sacola plástica para o carregamento do produto e a compactação reduz as emissões de CO₂ oriundas do transporte, além de reduzir o consumo de plástico da embalagem e do espaço necessário para armazenamento). A compactação foi uma ideia tão bem-sucedida, que a K-C já está aplicando a inovação em outros países nos quais atua.

Além do aumento da qualidade do papel, o aumento da taxa de penetração dos produtos também será fundamental para alavancar o consumo de papéis higiênicos nos próximos anos. Assim, a melhor distribuição de renda é, e continuará sendo, fator preponderante para o desenvolvimento do mercado, na medida em que inúmeras pessoas permanecem sem consu-

mir papéis sanitários no Brasil. Segundo a Risi, cerca de 23% da população brasileira não faz uso regular de qualquer produto *tissue*. Um bom indicador disso é que o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese) ainda não considera o papel higiênico (bem como qualquer outro produto de higiene pessoal) na cesta básica nacional, ainda que cada vez mais estados e cidades venham adicionando o papel higiênico em suas cestas básicas.

Produtos e segmentos de consumo

A Risi estima que 83% do consumo de *tissue* na América Latina (excluindo o Brasil) ocorra no segmento residencial, liderado pelo papel higiênico, seguido do papel-toalha e dos guardanapos. Os lenços têm consumo muito baixo, o que é explicado pelo clima, por questões culturais e pela taxa de penetração do produto. Já o segmento institucional responde por apenas 17% do consumo total, o que indica elevado potencial de crescimento. Nesse segmento, o papel higiênico representa metade do consumo e toalhas e guardanapos respondem pela maior parte do volume restante (Tabela 9).

Tabela 9 | Consumo de *tissue*, em 2010, na América Latina (excluindo Brasil) (em mil t)

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%
Papéis higiênicos	1.701	73	1.484	77	217	53
Lenços	38	2	32	2	6	1
Toalhas	419	18	321	17	98	24
Guardanapos	164	7	87	5	77	19
Demais	11	0	1	0	10	2
Total	2.333	100	1.925	100	408	100

Fonte: Risi.

No Brasil, a participação do segmento residencial, de 75%, é menor do que a média latino-americana (83%), mas com participação mais expressiva do papel higiênico (89% do consumo nesse segmento). No segmento institucional, as toalhas apresentam uma participação bastante elevada (62%), seguidas do papel higiênico, que representa 30% (Tabela 10).

É possível perceber, analisando o padrão de consumo brasileiro, que os lenços têm uma participação quase nula. Já o consumo de toalhas no segmento residencial é bem inferior ao observado na América Latina, o que

indica o baixo nível de penetração desse produto no país (são consumidos, basicamente, em São Paulo e Santa Catarina).

Tabela 10 | Consumo de *tissue*, em 2010, no Brasil (em mil t)

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%
Papéis higiênicos	674	74	606	89	68	30
Lenços	3	0	2	0	1	0
Toalhas	196	22	55	8	141	62
Guardanapos	32	4	17	3	15	7
Demais	3	0	-	0	3	1
Total	908	100	680	100	228	100

Fonte: Risi.

No Brasil, cerca de 90% da utilização do papel-toalha em residências é voltada para a absorção de gordura em alimentos fritos, o que demonstra como as empresas ainda precisam investir em inovação para o lançamento de novos produtos, bem como em propaganda para comunicar aos clientes a potencialidade do uso de papel-toalha para limpeza. Entretanto, existe uma barreira cultural. Nos Estados Unidos, por exemplo, praticamente inexistente a cultura de se utilizar uma toalha de cozinha de pano, ao passo que no Brasil tal uso é bastante difundido, o que ajuda a explicar a enorme discrepância no consumo *per capita* (medido em kg/ano/habitante) entre as regiões (América do Norte, de 8, 7, e Brasil, de 1, conforme Anexo I).

Oferta

A oferta de *tissue* na América Latina é distribuída pelo continente à semelhança da demanda. No entanto, a quantidade de máquinas observada em cada país difere significativamente, a depender do porte destas. O Brasil tem o maior número de plantas industriais e máquinas, em volume bastante superior ao México, país com as maiores máquinas da região. Porém, a América Latina de maneira geral ainda apresenta significativa quantidade de plantas de pequena escala e elevada idade tecnológica, que decerto serão reduzidas com a competição de novas e modernas máquinas, que estão em fase de instalação ou previstas para vir a mercado em um futuro próximo.

A grande quantidade de plantas no Brasil é reflexo direto da enorme fragmentação do mercado. Segundo a Risi, ao fim de 2011 (Tabela 11), existiam 48 empresas com capacidade de produção de papéis *tissue* no Brasil (não

considerando empresas que apenas realizam a conversão). O segundo mercado com maior número de empresas é o da Argentina, com dez, seguida por Colômbia (oito), México e Peru (ambos com sete). Considerando os oito maiores mercados latino-americanos (segundo a capacidade instalada), o Brasil é o que tem menor capacidade média das plantas (13,9 mil t/ano) e das empresas (27,6 mil t/ano).

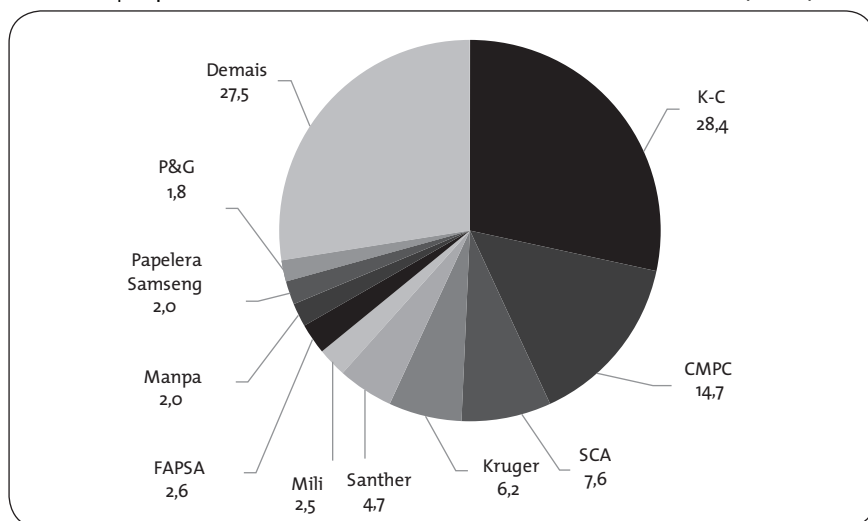
Tabela 11 | Capacidade instalada latino-americana de *tissue*

Região/país	Número de empresas	Número de plantas	Número de máquinas	Capacidade instalada (mil t/ano)	Participação na capacidade regional (%)	Capacidade média máquina (mil t/ano)	Capacidade média empresa (mil t/ano)
Brasil	48	51	95	1.325	32	13,9	27,6
México	7	14	32	1.142	28	35,7	163,1
Argentina	10	10	17	331	8	19,5	33,1
Colômbia	8	10	13	292	7	22,5	36,5
Venezuela	3	3	12	225	5	18,8	75,0
Peru	7	7	12	202	5	16,8	28,9
Chile	2	3	7	185	5	26,4	92,5
El Salvador	2	2	6	128	3	21,3	64,0
Uruguai	2	2	3	43	1	14,3	21,5
Bolívia	2	2	2	39	1	19,5	19,5
Equador	3	3	4	37	1	9,3	12,3
Guatemala	1	1	4	37	1	9,3	37,0
Trinidad e Tobago	1	1	1	32	1	32,0	32,0
Panamá	2	2	3	27	1	9,0	13,5
Costa Rica	1	1	2	20	0	10,0	20,0
República Dominicana	1	1	1	17	0	17,0	17,0
Paraguai	2	2	5	17	0	3,4	8,5
Cuba	1	1	1	8	0	8,0	8,0

Fonte: Risi.

Em relação ao *share* das empresas (Gráfico 18), a americana K-C aparece como líder, com 28,4% da capacidade instalada no mercado; seguida pela chilena CMPC, com 14,7%; pela SCA, com 7,6%; pela Kruger, com 6,2%; e pelas brasileiras Santher (4,7%) e Mili (2,5%).

A K-C está em posição dominante no México, mas não tão expressiva no Brasil. A empresa vem racionalizando sua capacidade, fechando plantas pequenas, antigas e ineficientes, substituindo-as por novas plantas no estado da arte.

Gráfico 18 | Capacidade instalada de *tissue* na América Latina em 2011 (em %)

Fonte: Risi.

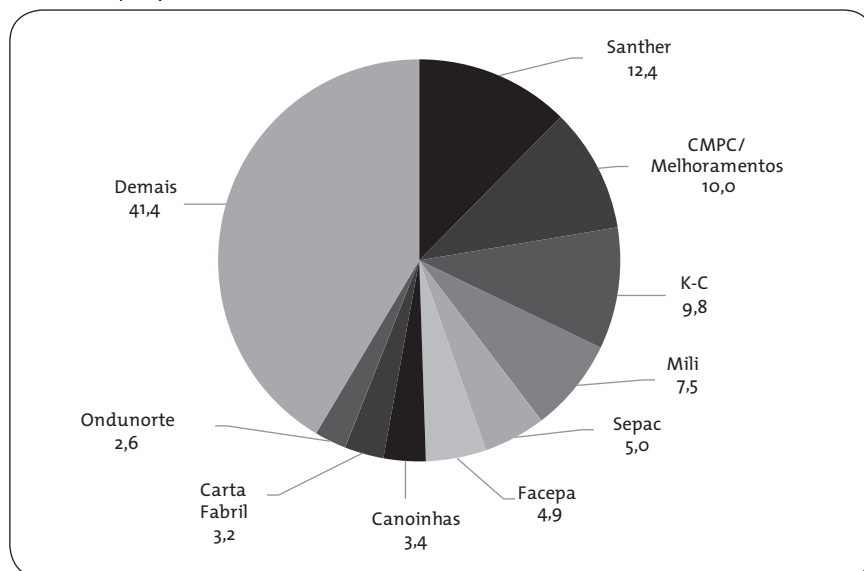
A CPMC desempenha estratégia mais agressiva, tendo obtido *market share* nos últimos anos por meio tanto da abertura de novas plantas quanto de aquisições. Uma dessas aquisições, a compra da Melhoramentos Papéis em 2009, ampliou sua participação no mercado brasileiro.

Já a SCA ainda não está presente no mercado brasileiro, todavia isso não deve permanecer por muito tempo, dada a agressividade com que ela vem entrando em outros países. O ingresso no mercado brasileiro pode vir a ocorrer por meio de aquisição, à semelhança da CMPC quando adquiriu a Melhoramentos, visto que recentemente a SCA comprou a chilena PISA. Da mesma maneira, a Kruger também não está presente no Brasil. É válido ainda destacar que a P&G tem destacada presença no Brasil em fraldas e absorventes femininos, mas sem atuação em papéis sanitários. A Santher, apesar de ser o principal *player* brasileiro no segmento, vem sendo menos agressiva que seus concorrentes no que se refere às expansões, tendo registrado o último *start-up* de uma nova linha, no fim de 2009.

É possível observar, analisando especificamente o mercado brasileiro (Gráfico 19), uma fragmentação ainda maior do que a média do mercado latino-americano. A maior empresa, Santher, detém 12,0% da capacidade instalada do mercado; a chilena CMPC, 10%, similar à gigante americana K-C, com 9,8%; as cinco maiores, juntas, têm 45%. Existem 27 empresas

com capacidade instalada inferior a 20 mil t/ano, compostas por máquinas antigas e ineficientes, o que indica grande potencial para a consolidação de empresas, bem como de racionalização das máquinas no Brasil.

Gráfico 19 | Capacidade instalada de *tissue* no Brasil (em %)

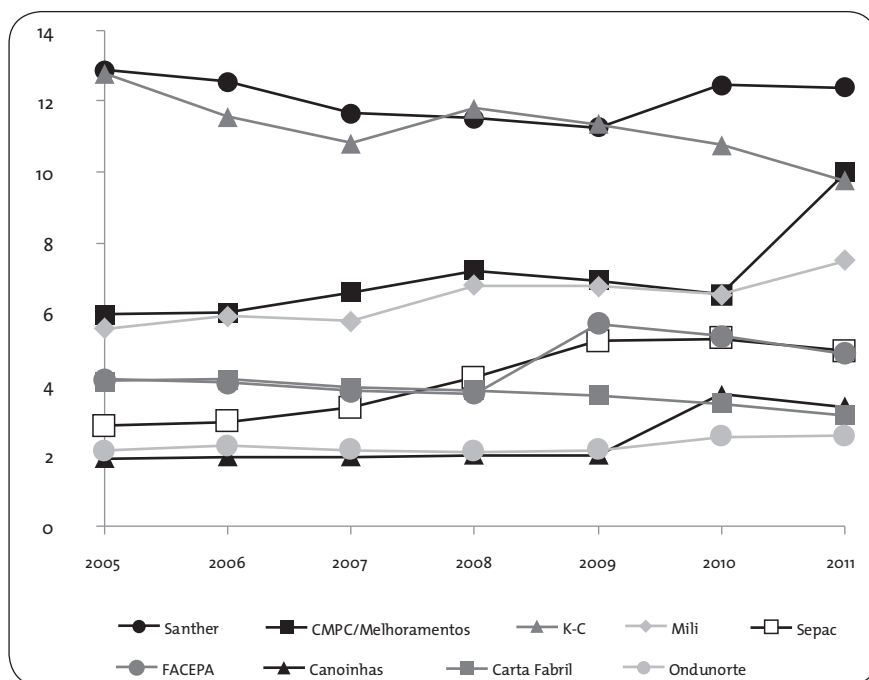


Fonte: Risi.

A consolidação, contudo, não é uma questão simples. Primeiramente, muitas dessas empresas só se mantêm em operação porque atuam na informalidade, tanto pela sonegação fiscal na venda dos produtos, o que melhora as margens, quanto pelo não cumprimento da legislação e do recolhimento de impostos trabalhistas, o que permite a essas empresas operarem com maquinário antigo e pouco mecanizado, o que não seria viável do ponto de vista econômico caso todas as leis fossem cumpridas. Tal fato se torna ainda mais relevante na conversão de guardanapos e lenços, em que o uso de mão de obra é mais intensivo do que na conversão de papel higiênico.

Ademais, muitas empresas detêm grandes passivos *off-balance*, o que torna difícil a aquisição destas por multinacionais. Existe ainda uma visão pouco arrojada de alguns empresários nacionais do setor, que enxergam valor na aquisição de outras companhias apenas pelo que elas possuem em maquinário e terreno, sem valorar corretamente as marcas, a carteira de clientes ou os canais de distribuição já desenvolvidos.

Gráfico 20 | Participação na capacidade instalada dos maiores *players* brasileiros de *tissue* (em %)



Fonte: Risi.

No Brasil, as empresas mais agressivas em expansões têm sido CMPC, Mili, Sepac, Facepa, Canoinhas e Ondunorte (Gráfico 20). A gigante K-C tem visto sua participação encolher e hoje já está na terceira colocação no mercado brasileiro. A empresa vem adotando no país estratégia semelhante à de outros mercados, focando-se mais nas margens do que em *market share*.

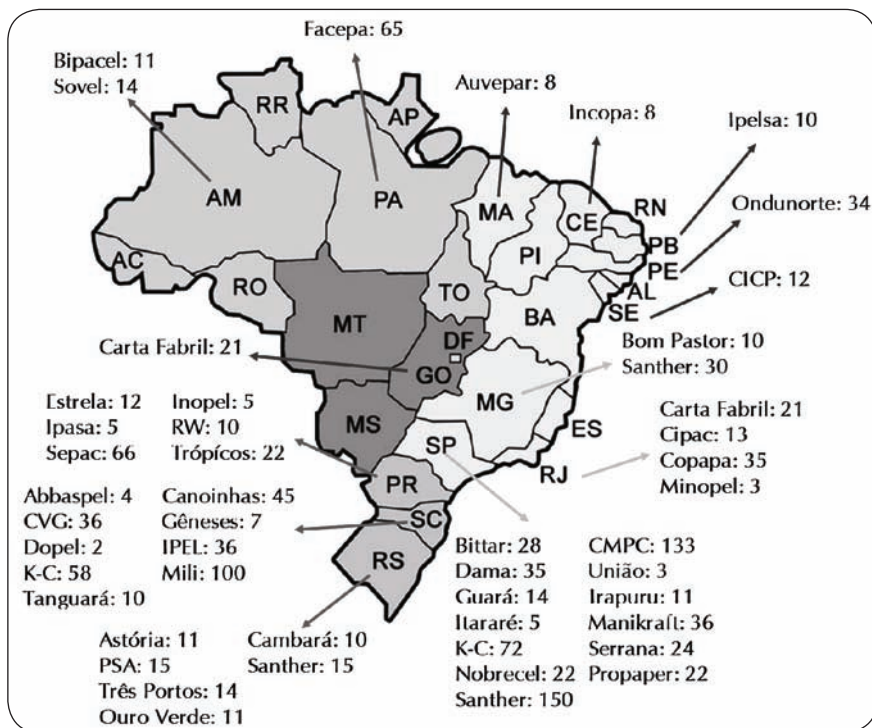
A K-C detém a marca Neve. Esta e a Grand Hotel (de guardanapos) são as únicas marcas locais no portfólio de produtos da empresa no segmento de *tissue*. A marca Neve é considerada a marca de papel higiênico mais forte do país, e ganhou diversos prêmios de líder da categoria, como o Top of Heart 2012. Desde o fim de 2010, a K-C passou a não mais fabricar papel de folha simples, de forma a se focar nos segmentos de maior valor agregado.

É interessante analisar, considerando as dimensões continentais do Brasil, a evolução da capacidade por região. Surpreendentemente, de 2005 a 2011, o Nordeste apresentou uma quase estagnação na capacidade instalada, apesar

de a região ter experienciado crescimento acelerado no consumo, enquanto a Região Norte foi responsável pelo mais alto crescimento relativo (7,3%).

Em volume, todavia, a maior parcela da expansão ocorreu no Sul e no Sudeste, justamente as regiões com maior renda *per capita* no país. Juntas, essas regiões concentravam ao fim de 2011, 86,3% da capacidade instalada do Brasil (Figura 1 e Tabela 12). Entretanto, como mencionado no início deste artigo, é importante reforçar que todas as plantas aqui citadas são destinadas para a produção de papéis em sua forma bruta. Existem, de fato, diversas outras plantas dispersas pelo território nacional que recebem o papel em grandes rolos e os convertem em produto acabado, o que pode ampliar a distribuição dessa capacidade produtiva pelo território brasileiro.

Figura 1 | Capacidade total instalada de *tissue* no Brasil ao fim de 2011 (em mil t/ano)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Risi.

A já mencionada compactação do papel também ajudou na redução dos elevados custos logísticos do país, assim como a ampliação do consumo de folha

dupla (uma vez que se passa a transportar produtos de maior valor agregado), aumentando a competição, em especial na Região Nordeste, onde empresas locais contam com uma vantagem competitiva no frete, já que os produtos de empresas localizadas nas regiões Sul e Sudeste chegam a ser transportados por até três mil quilômetros por rodovias até chegar ao consumidor final.

Muitos desses produtores devem estar sacrificando margens para se manter no mercado, que vem crescendo a taxas similares às observadas na China. No entanto, estima-se que, em breve, será economicamente viável para as empresas instalar plantas fabris dedicadas no Nordeste, de forma a atender ao mercado local. Quando isso ocorrer, produtores locais que contavam com a vantagem de um frete menor enfrentarão uma concorrência mais acirrada e terão na força de suas marcas sua principal estratégia de defesa.

Para os próximos anos, devem-se observar profundas mudanças no panorama nacional de plantas industriais de *tissue*, uma vez que diversos novos projetos estão previstos para ocorrer. Por meio de anúncios públicos e contatos com vendedores de equipamentos, a Risi mapeou (Tabela 13) quase quatrocentas mil toneladas em novas capacidades de *tissue*, que deverão entrar em operação no mercado brasileiro até o fim de 2013 (um aumento de quase 30,0% sobre a capacidade do fim de 2011). Contudo, é válido notar que essa lista não é exaustiva, e pela grande fragmentação do mercado, bem como pelo receio de publicidade por parte de algumas empresas, outros projetos podem estar previstos sem que tenha havido comunicação ao mercado.

Tabela 12 | Evolução da participação regional da capacidade instalada de *tissue* no Brasil

Região	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005-2011		% em 2005	% em 2011
								CAGR(%)	t		
Norte	59	63	64	59	83	83	90	7,3	31	6,0	6,8
Nordeste	77	73	59	61	63	69	72	(-1,1)	(5)	7,8	5,4
Centro-Oeste	20	21	21	21	21	21	21	1,2	2	2,0	1,6
Sudeste	493	501	534	553	553	585	655	4,8	162	50,0	49,2
Sul	338	354	394	400	417	451	494	6,6	157	34,2	37,1
Total Brasil	986	1.012	1.072	1.094	1.136	1.209	1.332	5,1	346	100	100

Fonte: Risi.

Uma das principais novidades em relação aos projetos previstos é a entrada da empresa argentina Papelera Samseng no Brasil (sob o nome Samtai), com a primeira planta fora de seu país de origem. Estão previstas duas máquinas de 35 mil t/ano de capacidade, uma ao fim de 2012 e outra em 2013. Entretanto, o projeto de maior escala virá da brasileira Mili, com uma grande máquina de 70 mil t/ano (será a segunda maior do país, atrás apenas da unidade de Bragança Paulista da Santher), a ser inaugurada em 2013 e fornecida pela Voith.⁷

Tabela 13 | Projetos previstos de *tissue* no Brasil para 2012 e 2013 (em mil t)

Empresa	Localidade	VOLUME adicional (em mil t)	Start-up previsto	Fornecedor	Comentários
Sepac	Mallet, Paraná	33	abr. 12	Voith	Nova linha em planta existente
Dama-Pel	Guarulhos, São Paulo	25	2T12	Comer	Nova linha em planta existente
Ipec	Itacoatiara, Rio de Janeiro	12	2T12	D'Andrea	Nova planta
Mili	Três Barras, Santa Catarina	10	2012	Voith	Melhorias nas máquinas # 4 e 6
Ipel	Indaial, Santa Catarina	27	3T12	Hergen	Projeto postergado
Papelera Samseng	Paulínia, São Paulo	35	4T12	ABK Itália	Nova planta
Carta Goiás	Anápolis, Goiás	30	4T12	Hergen	Nova linha em planta existente
Papelera Samseng	Paulínia, São Paulo	35	3T13	ABK Itália	Segunda máquina da nova planta
Bipacel	Manaus, Amazonas	17	2013	Meccanica	Máquina retrofitada
Mili	Três Barras, Santa Catarina	70	3T13	Voith	Nova linha em planta existente
Projetos a confirmar					
K-C	Não definido	50-70	2013-2014	Não definido	-
Carta Fabril	Barra do Riacho, Espírito Santo	30	2013-2014	Não definido	-

Fonte: Risi.

⁷ Segundo o *website* da empresa, a máquina terá capacidade para 90 mil t/ano.

Alguns desses projetos estão sendo planejados para serem integrados a plantas de celulose de mercado. Tal movimento é benéfico para o setor, tendo em vista que diversos custos podem ser reduzidos em plantas integradas, tanto para o produtor de celulose quanto para o de *tissue*, em uma relação ganha-ganha. Todavia, existem empecilhos a essa integração, como a relação umbilical criada com o fornecedor exclusivo de celulose (pelo lado do produtor de *tissue*), o fato de a pequena escala de consumo de uma planta de *tissue* não compensar as implicações resultantes de uma integração (pelo lado do produtor de celulose), entre outros.

Um tema sensível ao BNDES, em relação às novas expansões, decorre do fornecimento das máquinas. Nesse sentido, dado o expressivo número de novos projetos de *tissue* previstos, bem como o aumento de escala das máquinas, é provável que o BNDES passe a financiar diretamente maior quantidade de empresas desse segmento. Segundo a Voith, uma máquina de 30 mil t/ano requer investimentos da ordem de US\$ 20 milhões (o que inclui obras civis, máquinas e montagem), valor que pode ser majorado em 50,0% caso a planta também inclua o processo de conversão, o que nos leva a crer que a maioria desses novos projetos contará com investimentos de pelo menos R\$ 50 milhões (podendo chegar a R\$ 200 milhões, como observado no projeto da Mili)⁸, o que torna possível o financiamento na modalidade direta pelo BNDES.

Outra consequência dessa expansão é a maior pressão que deverá ser exercida sobre as pequenas empresas para o fechamento de capacidade produtiva, em razão da maior concorrência e do grande número de novos projetos. Considerando que diversas empresas de menor porte atuam utilizando-se de manobras fiscais heterodoxas e, por outro lado, com o maior controle fiscal do governo observado nos últimos anos, estima-se que, a menos que a expansão na demanda brasileira ocorra em patamar muito superior ao esperado, algumas dessas empresas podem ser obrigadas a encerrar suas atividades, uma vez que não terão capital suficiente para reestruturar sua capacidade produtiva, e consequentemente sua escala, de modo a atingir a eficiência e a competitividade exigidas. O aumento do nível de qualidade dos produtos demandado pelo consumidor também se mostra desfavorável aos pequenos produtores, que muitas vezes têm no produto de menor qualidade e no baixo custo seu diferencial competitivo.

⁸ Segundo o *website* da empresa, esse será o valor total do investimento.

Mercado institucional brasileiro

Apesar da grande fragmentação da oferta na indústria de papéis sanitários brasileira, no segmento institucional, e em especial no segmento *premium*, a concentração é consideravelmente maior, sendo a Santher, a CMPC Melhoramentos e a K-C as três principais empresas fornecedoras de produtos para escritórios, indústrias, hotéis e restaurantes, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste. Nesse mercado, a distribuição se mostra completamente diferente da realizada no mercado residencial, com as três empresas citadas atuando de maneira híbrida: uma parte das vendas é feita por meio da equipe de vendas e a outra, por distribuidores.

A K-C é a líder de mercado, sendo fortalecida tanto pela marca quanto pelo portfólio de produtos oferecidos, mais completo, uma vez que a linha de produtos de limpeza da companhia é bastante extensa, o que vem permitindo à empresa ditar as tendências de mercado e investir em papéis em rolos, em detrimento dos multifolhados. Isso porque, segundo a empresa, as tendências que devem ditar o ritmo desse segmento nos próximos anos são a praticidade, a redução no número de trocas e o uso de sistemas automatizados, de modo a reduzir a necessidade de mão de obra.

Fora do segmento *premium*, existe grande fragmentação da oferta (cerca de quarenta fabricantes, de acordo com informações obtidas com empresas atuantes nesse mercado). Diversas dessas companhias são de pequeno porte e atuam, com frequência, disponibilizando produtos de qualidade inferior. Com isso, assim como no caso do segmento residencial, o aumento da qualidade dos produtos requerido pelos clientes deve funcionar como uma alavanca de consolidação para o setor, já que muitas das pequenas empresas não dispõem de capacidade de ofertar produtos (e serviços) com os requisitos mínimos necessários.

Oferta de fibras no Brasil

Um ponto a se destacar na produção nacional de papéis sanitários diz respeito ao fornecimento de fibras. Apesar de ser o maior produtor mundial de celulose de eucalipto, isso não garante aos produtores de papéis um custo reduzido na fibra, na medida em que o preço é balizado pelo mercado internacional e em dólares norte-americanos, estando, portanto, sujeito ao equilíbrio entre oferta e demanda global, bem como às oscilações cambiais. No caso da fibra longa, os produtores ainda enfrentam um problema adicio-

nal, uma vez que praticamente inexistia oferta dessa fibra no país (o Brasil importa, por ano, cerca de quatrocentas mil toneladas de fibra longa). Dessa forma, produtores de papel de menor porte, em geral, pagam valores mais elevados pela celulose, porque os descontos sobre o preço-lista costumam ser inferiores aos que grandes produtores de papel conseguem obter, em virtude de seu maior poder de barganha.

Em relação às fibras recicladas, a situação tampouco é mais favorável. O mercado de aparas no Brasil tem suas particularidades regionais, mas o poder de mercado está concentrado nas mãos dos chamados aparistas, empresas responsáveis pela compra de aparas de papel dos pequenos comerciantes, dos sucateiros, das associações, de empresas, bancos, supermercados e de sobras de produção gráfica, e pela posterior revenda aos fabricantes de papel. Há, entretanto, produtores de papel que conseguiram eliminar a figura do aparista por meio de investimentos em integração para trás na cadeia, de modo a garantir o suprimento de aparas a um custo inferior ao que pagariam ao aparista.

Segundo informações de preço da consultoria Risi, o Brasil tem uma das aparas mais caras do mundo, o que não afeta somente o mercado de *tissue*, mas também o de embalagens, conforme pode ser visto em Vidal e Hora (2012). Fabricar papéis por meio de fibra reciclada se traduz em gastos mais elevados com produtos químicos e energia, insumos cujo custo no Brasil é significativo. Não raro, o custo do papel produzido com fibras recicladas no país é maior do que o produzido com fibras virgens. O fato de alguns consumidores enxergarem o papel reciclado como sinônimo de sustentabilidade é o que leva algumas empresas a utilizar aparas na confecção de seus produtos, de modo a buscar *market share* e um prêmio no preço de venda da mercadoria.

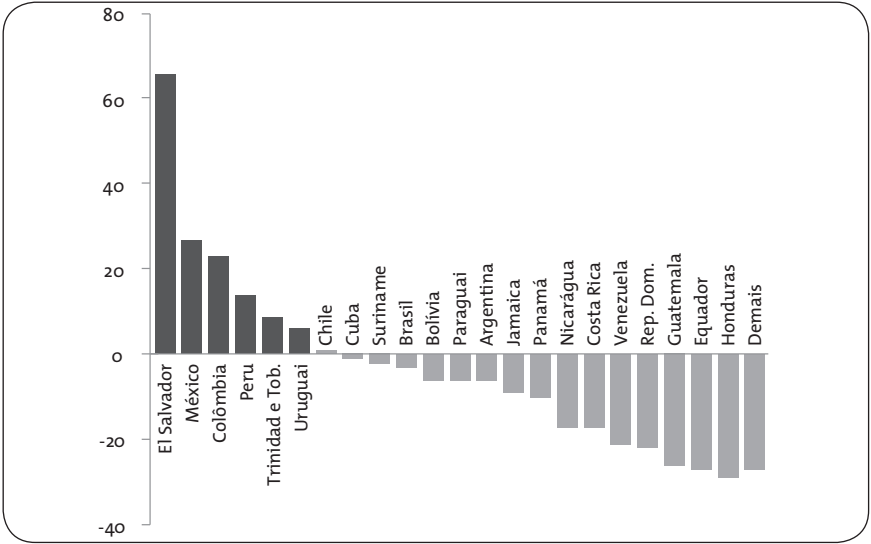
Comércio internacional

Historicamente, a América Latina costumava ser superavitária no saldo comercial de *tissue*, mas, desde 2006, a região experiencia um déficit, ainda que não expressivo, de cerca de 80 mil t/ano nesse segmento. Analisando o saldo de 2010 (Gráfico 21), pode-se perceber que o país de maior superávit é El Salvador, que recebeu nos últimos anos vários investimentos em plantas destinadas a abastecer pequenos países caribenhos. O segundo país de maior saldo, o México, destina a maior parte de suas exportações para os Estados Unidos.

O Brasil obteve superávit de 1997 a 2006, em decorrência, especialmente, das exportações de papéis sanitários em grandes rolos, que foram efetuadas em níveis elevados de 2001 a 2006 (Gráfico 22). Porém, depois desse período,

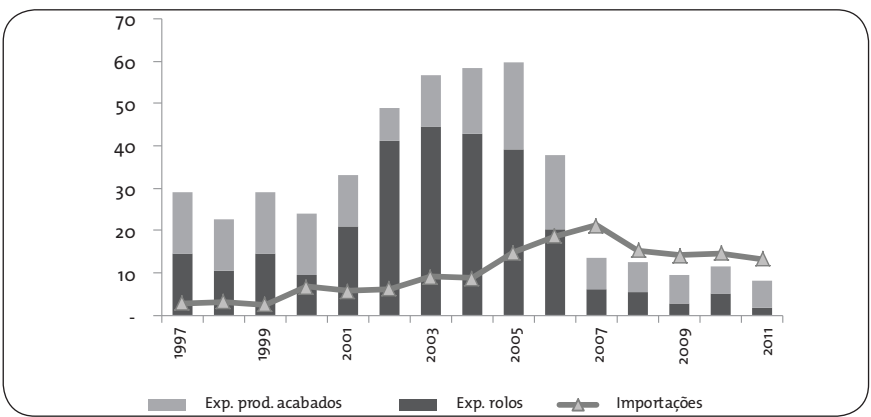
as exportações do produto quase cessaram, o que fez o país passar a registrar déficits na balança comercial entre os anos de 2007 e 2011 (ainda que pequenos, em torno de 5 mil t/ano). A América do Norte foi a responsável tanto pela ascensão quanto pela queda observada nessas exportações, já que entre 2001 e 2006 respondeu por 65% do volume exportado, contra apenas 15% entre 2007 e 2011.

Gráfico 21 | Saldo comercial em *tissue* na América Latina, em 2010 (em mil t)



Fonte: Risi.

Gráfico 22 | Exportações e importações de *tissue* pelo Brasil (em mil t)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Secex.

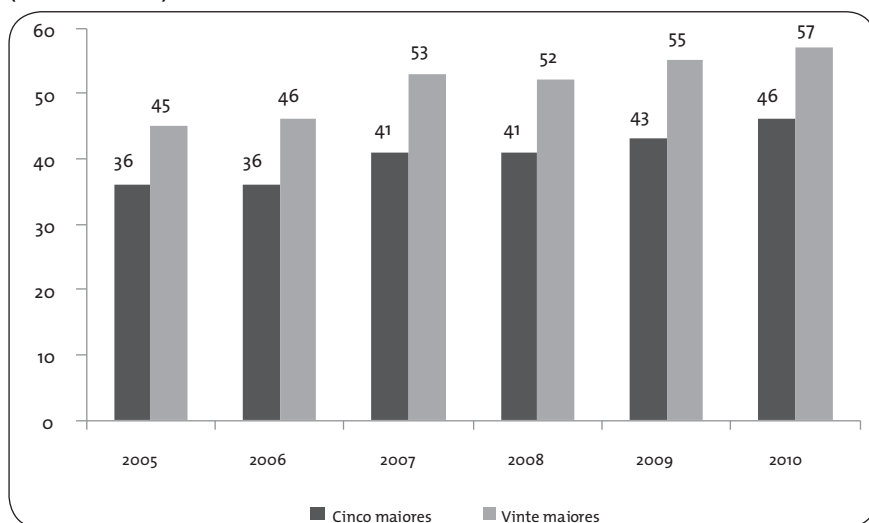
No caso dos produtos acabados, a América do Sul foi o principal destino das exportações brasileiras, respondendo por 76% do volume exportado entre 1997 e 2011. *Grosso modo*, tanto o *quantum* produzido para exportação quanto o consumo suprido por importações ainda apresentam percentual bastante inferior ao da média mundial, tendo se situado abaixo dos 2,0% nos últimos anos.

Clientes

O setor distribui seus produtos por meio de diversos canais. Os principais são o varejo de autosserviço alimentar (definição técnica utilizada para designar os supermercados e os hipermercados), englobando desde pequenas lojas tradicionais de bairro até redes multinacionais de supermercados e hipermercados, além de farmácias/drogarias.

O autosserviço se constitui no principal canal de vendas. Os números da Associação Brasileira de Supermercados (Abras) mostram que, em 2010, pelo quarto ano consecutivo, o setor cresceu a uma taxa real acima de 6,0%, atingindo vendas de R\$ 201,6 bilhões. Em média, as vendas reais dos supermercados cresceram 7,6% a.a. entre 2006 e 2010, o que põe o desempenho do autosserviço brasileiro perto dos resultados alcançados pela economia chinesa.

Gráfico 23 | Faturamento das maiores empresas de autosserviço no Brasil (em % do total)



Fonte: Abras (2011).

Embora ainda não cheguem perto do grau de concentração observado na Europa (aproximadamente 70% de participação para as cinco maiores), as grandes empresas supermercadistas do país vêm aumentando sua participação de mercado (Gráfico 23). Em 2005, as cinco maiores empresas do setor de autosserviço responderam por 36% do faturamento total do setor, percentual que chegou a 46% em 2010.

Outro destaque é que as três maiores empresas do setor no *ranking* nacional localizam-se no Sudeste. A Tabela 15 mostra que os primeiros colocados nos *rankings* regionais, à exceção do Sudeste, não estão entre os maiores nacionais (Tabela 14), o que indica uma importante atuação de grupos locais nesse setor.

Tabela 14 | Maiores empresas de autosserviço no Brasil em 2010

Posição	Razão social	Sede	Faturamento bruto (R\$ bilhões)	Participação sobre o setor*(%)	Número de lojas	Número de funcionários
1	Companhia Brasileira de Distribuição	SP	36,1	17,9	1.647	144.914
2	Carrefour Com. Ind. Ltda.	SP	29,0	14,4	654	78.057
3	Wal-Mart Brasil Ltda.	SP	22,3	11,1	479	86.992
4	GBarbosa Comercial Ltda.	SE	3,5	1,7	131	13.000
5	Companhia Zaffari Comércio e Indústria	RS	2,5	1,2	29	9.060
6	Prezunic Comercial Ltda.	RJ	2,4	1,2	30	7.305
7	DMA Distribuidora S.A.	MG	1,9	0,9	92	9.966
8	Irmãos Muffato & Cia Ltda.	PR	1,9	0,9	30	6.326
9	A. Angeloni Cia Ltda.	SC	1,8	0,9	21	6.881
10	Condor Super Center Ltda.	PR	1,7	0,8	30	6.597
11	Sonda Superm. Export. e Import. S.A.	SP	1,6	0,8	24	7.231
12	Supermercados BH Com. de Alim. Ltda.	MG	1,5	0,7	109	7.902
13	COOP - Cooperativa de Consumo	SP	1,5	0,7	30	4.640

Continua

Continuação

Posição	Razão social	Sede	Faturamento bruto (R\$ bilhões)	Participação sobre o setor*(%)	Número de lojas	Número de funcionários
14	Y. Yamada S.A. - Comércio e Indústria	PA	1,5	0,7	21	5.675
15	SDB Comércio de Alimentos Ltda.	SP	1,3	0,6	38	5.170
16	Líder Supermercados e Magazine Ltda.	PA	1,3	0,6	14	9.324
17	Savegnago Supermercados Ltda.	SP	1,0	0,5	24	3.763
18	Super Mercado Zona Sul S.A.	RJ	1,0	0,5	33	5.327
19	Carvalho e Fernandes Ltda.	PI	0,9	0,4	50	7.194
20	Giassi & Cia Ltda.	SC	0,8	0,4	11	3.914
Total quinhentas maiores empresas			150,4	74,6	7.565	612.898
Segmento supermercado			185,3	91,9	37.214	780.905
*Setor autosserviço			201,6	100,0	81.128	919.874

Fonte: Abras (2011).

Tabela 15 | Líderes regionais no autosserviço do Brasil em 2010

Empresa	Regional	Brasil	Estado
Região Sudeste			
Companhia Brasileira de Distribuição	1	1	São Paulo
Carrefour Com. Ind. Ltda.	2	2	São Paulo
Walmart Brasil Ltda.	3	3	São Paulo
Prezunic Comercial Ltda.	4	6	Rio de Janeiro
Sonda Superm. Exp. e Imp. S.A.	5	11	São Paulo
Região Sul			
Cia. Zaffari Com. e Indústria	1	5	Rio Grande do Sul
Irmãos Muffato & Cia Ltda.	2	8	Paraná
A. Angeloni Cia Ltda.	3	9	Santa Catarina
Condor Supercenter Ltda.	4	10	Paraná
Giassi & Cia Ltda.	5	20	Santa Catarina
Região Centro-Oeste			
Superm. Modelo Ltda.	1	35	Mato Grosso
Paulo e Maia Supermercados Ltda.	2	37	Distrito Federal
Big Trans Com. de Alim. Ltda.	3	51	Distrito Federal
Supermercado Moreira Ltda.	4	70	Goiás
ABV Comércio de Alimentos Ltda.	5	83	Mato Grosso do Sul

Continua

Continuação

Empresa	Regional	Brasil	Estado
Região Nordeste			
GBarbosa Comercial Ltda.	1	4	Sergipe
Carvalho e Fernandes Ltda.	2	19	Piauí
Empresa Baiana de Alimentos	3	26	Bahia
Supermercado Nordestão Ltda.	4	28	Rio Grande do Norte
Atakarejo Distr. de Alim. e Bebidas Ltda.	5	39	Bahia
Região Norte			
Y. Yamada S.A. – Comércio e Indústria	1	14	Pará
Líder Supermercados e Magazine Ltda.	2	16	Pará
Formosa Superm. e Magazine Ltda.	3	31	Pará
Irmãos Gonçalves Com. e Ind. Ltda.	4	59	Rondônia
A.C.D.A. Importação e Exportação	5	73	Acre

Fonte: Abras (2011).

A cesta de higiene e beleza representa 12,5% do faturamento dos supermercados, segundo estudo elaborado pela Nielsen, e divulgado na publicação *Valor Setorial* de 2011, que leva em consideração as 136 categorias mais importantes no faturamento do setor. As mais relevantes são as de mercearia (doce e salgada), com representatividade de 40,1%, e de bebidas (alcoólicas e não alcoólicas), com 25,4%. Na cesta de higiene e beleza dos supermercados, conforme dados apurados pela Nielsen, o produto com o maior peso é o papel higiênico, com importância de 2,2% no faturamento total, seguido por sabonete, fralda descartável e desodorante. Portanto, com base nesses números, é possível estimar que as vendas de papel higiênico no autosserviço brasileiro, em 2010, situaram-se ao redor de R\$ 4,4 bilhões (não existem números disponíveis acerca das vendas de outros produtos de *tissue*, como toalhas e guardanapos).

Já o varejo farmacêutico, no Brasil, ainda é muito fragmentado, com milhares de lojas distribuídas nas diversas regiões do país [Valor Setorial (2010)]. A maior concentração ocorre nos grandes centros urbanos, onde o número de farmácias cresceu muito na última década, em função da expansão das grandes redes. De acordo com estatísticas da IMS Health, nos últimos anos, o setor vem alcançando aumento na concentração: em 2004, as farmácias independentes detinham 64,8% de participação nas vendas do varejo farmacêutico, enquanto em 2009 esse percentual se reduziu para cerca de 48%.

Segundo dados da Associação Brasileira de Redes de Farmácias e Drogarias (Abrafarma), em 2010 o faturamento das 26 grandes redes associadas à entidade superou R\$ 17 bilhões, 18,0% a mais do que em 2009. As maiores altas percentuais foram obtidas pelos medicamentos genéricos (21,2%) e pelos chamados não medicamentos (20,9%). Atualmente, os produtos de higiene pessoal e beleza já representam 27,0% das vendas de farmácias e drogarias, segundo a Abrafarma, com destaque para o papel higiênico, que aparece como o segundo maior produto em valor de vendas, atrás apenas das fraldas infantis descartáveis.

Dados da Nielsen de 2009 apontam para vendas de papel higiênico em farmácias e drogarias, no Brasil, de R\$ 2,5 bilhões, pouco mais da metade dos R\$ 4,4 bilhões registrados pelo autosserviço brasileiro no ano seguinte. Porém, é válido destacar que tal comparação se refere somente ao papel higiênico, já que a venda de toalhas e guardanapos se concentra, em sua quase totalidade, no autosserviço.

Além de o varejo de autosserviço ser mais concentrado que o segmento farmacêutico, e portanto ter maior poder de barganha ante os fabricantes de papéis, o uso de marcas próprias gera uma concorrência direta com esse elo da cadeia. A concentração das grandes redes de autosserviço é ainda mais significativa para os pequenos produtores de papéis, que, para ter seus produtos negociados por essas redes, precisam aceitar operar com margens menores e ciclo de caixa mais apertado. Dessa forma, alguns produtores investem em seu sistema de logística, de modo a atender ao pequeno varejo, como forma de garantir melhores margens e poder de negociação. Outra estratégia, que depende da capacidade de investimento em *marketing* e *branding*, é buscar se focar no poder da marca para ampliar o poder de negociação com as grandes redes.

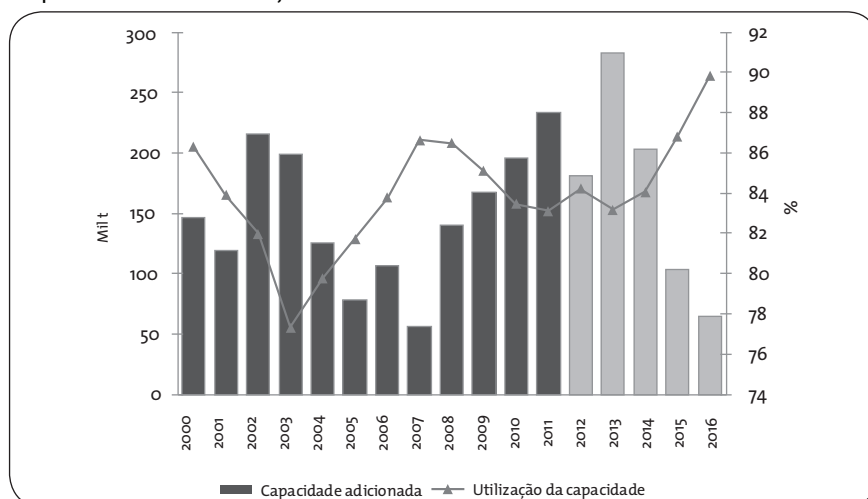
Utilização da capacidade instalada

Entre 2000 e 2008, a utilização da capacidade instalada na América Latina, 83,1% na média, foi bem inferior à mundial, de quase 90% (Gráfico 24), tendo sido influenciada pelo Brasil, em decorrência da grande fragmentação do mercado, bem como do parque fabril com idade tecnológica avançada e de pouca eficiência.

Contudo, assim como em âmbito global, na América Latina, é provável que também ocorra um pico histórico de novas capacidades, que devem

entrar em operação em 2013. Isso se deve em parte à postergação de diversos projetos que deveriam ter sido iniciados durante a crise financeira que começou em 2008, mas também pelo alto crescimento observado desde então na demanda. Assim, considerando-se apenas os projetos previstos, sem fechamentos, a taxa de utilização da capacidade instalada na América Latina só passaria ao patamar de 90% em 2016. É interessante notar que 68% das expansões previstas na América Latina devem ocorrer no Brasil e, por tudo o que foi exposto neste estudo, a pressão concorrencial sobre os pequenos produtores do país tende a ser bastante intensa nos próximos anos.

Gráfico 24 | Capacidade instalada adicionada latino-americana de *tissue* e respectiva taxa de utilização



Fonte: Risi.

Análise estratégica da indústria nacional

O Quadro 2 resume a análise SWOT⁹ da indústria brasileira de papéis sanitários. É válido destacar o grande número de oportunidades existentes no momento, entre as quais o aumento da renda e o ainda baixo consumo *per capita* nacional, que são potenciais sinalizadores de acréscimo na demanda para os anos futuros.

Entretanto, existem ameaças e riscos, entre os quais, a entrada de novos concorrentes, o aumento da força do varejo e o grande número de partidas

⁹ *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats.*

de novas plantas em um espaço reduzido de tempo. A recente depreciação cambial também pode impactar os custos denominados em dólares, como químico, celulose e percentual relevante dos investimentos necessários à ampliação e modernização de fábricas.

Quadro 2 | Análise SWOT da indústria de papéis sanitários brasileira

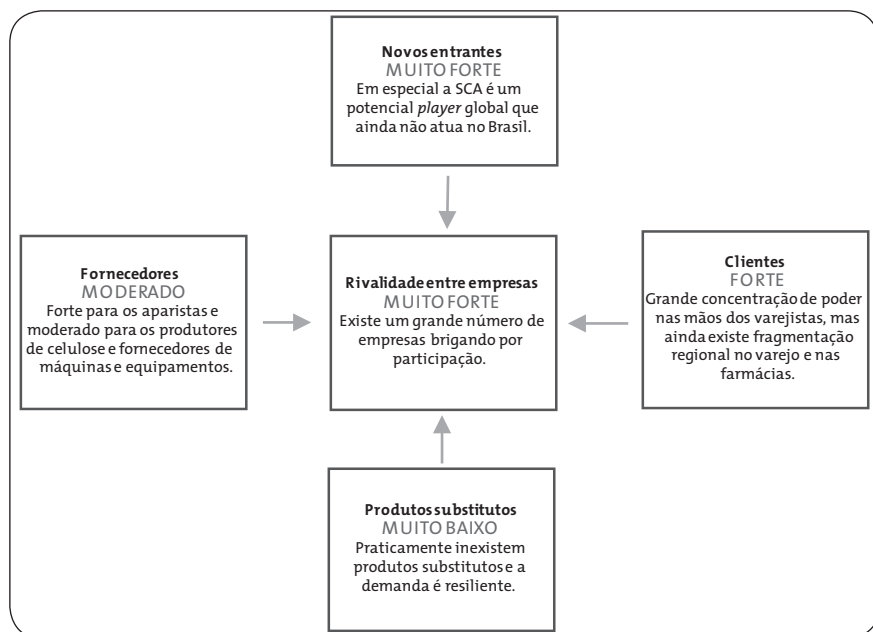
Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> • Ampla disponibilidade de celulose de eucalipto • Disponibilidade de máquinas e equipamentos • Produto resiliente a crises econômicas • Investimento na força das marcas e posicionamento • Busca por qualidade do produto pelas grandes empresas 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa disponibilidade de fibra longa no mercado nacional • Alto custo de insumos como aparas, químicos e energia • Elevada fragmentação do mercado e plantas com baixa produtividade • Elevado custo logístico • Questões tributárias geram concorrência desleal entre empresas
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação da renda, em especial nas classes C e D • Baixo consumo <i>per capita</i> nacional • Redução do custo de energia proposto pelo governo • Maior fiscalização pelo governo deverá levar a concorrência mais justa • Aumento de oferta de celulose de fibra curta por novos entrantes • Nova planta da Klabin deverá ofertar fibra longa ao mercado nacional • Aumento de escala deverá facilitar acesso a financiamento de longo prazo • Ampliação do consumo fora do Sudeste pode reduzir custos logísticos por meio de plantas e convertedoras mais próximas ao consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inflação de custos no Brasil gera pressão nas margens • Ampliação da concentração e da força das marcas próprias no varejo • Potencial entrada de novos concorrentes estrangeiros • Grande número de novos projetos anunciados pode superofertar o mercado

Fonte: Elaboração própria.

Aplicando o Modelo de Cinco Forças de Porter à indústria brasileira, observa-se que apenas para os produtos substitutos a indústria mostra uma força expressiva, sendo moderada no caso dos fornecedores (Figura 2). A grande fragmentação do mercado, a entrada potencial de *players* estrangeiros e a força cada vez maior do varejo brasileiro impõem grandes desafios

à rentabilidade da indústria nacional e demonstram como os pequenos produtores podem não suportar a concorrência, caso a fiscalização realizada pelo governo se torne mais efetiva.

Figura 2 | Aplicação do Modelo de Cinco Forças de Porter à indústria de papéis sanitários brasileira



Fonte: Elaboração própria.

Conclusões

O mercado de papéis sanitários vem crescendo no mundo todo, tanto nos países emergentes quanto nos desenvolvidos, e deve permanecer crescendo no futuro por causa de sua resiliência e das perspectivas de crescimento econômico.

Ao contrário de outros tipos de papéis, nos quais a China é a locomotiva mundial sob a ótica da demanda, nos sanitários outras regiões também se destacam, como a América Latina. E uma vez que a densidade de valor do *tissue* é muito baixa, o comércio internacional é reduzido, o que acarreta em uma produção próxima ao consumo, de modo que a expansão nesse segmento representa uma dupla oportunidade para a produção brasileira.

Primeiramente, o intenso crescimento desse tipo de papel no mundo permite ampliar a oferta de celulose destinada à exportação, pois a celulose de eucalipto brasileira tem uma excelente qualidade para a fabricação de papéis sanitários e também porque a pequena escala das unidades produtoras desfavorece movimento de integração para trás por parte dos produtores de *tissue*.

A segunda oportunidade decorre da notável ampliação da demanda nacional, o que permitiria a expansão e o fortalecimento da indústria local, fato que não ocorre na mesma intensidade em outros tipos de papéis, que vêm sofrendo com a baixa competitividade e a concorrência com os importados.

O mercado nacional ainda se encontra muito atrasado em relação aos mercados desenvolvidos e até mesmo a outros emergentes, como o México. No Brasil, o principal produto consumido pela população, o papel higiênico, tem como produto *premium* a folha dupla, com padrões de qualidade semelhantes ao produto regular vendido na América do Norte ou na Europa. O consumo *per capita* também é bastante reduzido, inferior até mesmo à média do restante da América Latina.

A melhoria na distribuição de renda, bem como sua ampliação, elevou o número de usuários dos produtos, assim como provocou a migração de antigos usuários de folhas simples para a folha dupla, o que reflete no aumento do consumo e da produção no Brasil.

Ainda em relação à demanda, o país apresenta tendências positivas na ampliação do consumo institucional (auxiliado pelos dois grandes eventos esportivos que o país vai sediar) e no crescimento do consumo dos papéis-toalha pelo segmento residencial.

Regionalmente, observa-se grande expansão do consumo na Região Nordeste. Ainda que tal crescimento esteja incidindo sobre uma base pequena, muito em breve a demanda na região deve atingir patamares que justificarão plantas dedicadas para abastecer o mercado local. Quando isso ocorrer, haverá redução nos custos logísticos das empresas (que são bastante elevados no Brasil) e um aumento da competição no mercado nordestino.

A indústria nacional ainda conta com duas oportunidades pela frente: a ampliação da oferta de fibra virgem dentro do país (especialmente no que se refere à fibra longa) e a redução no preço da energia, que está em estudo

pelo governo e que é um importante componente na estrutura de custos das empresas (média global de 8,0%, segundo dados da Risi).

No entanto, existem grandes desafios à indústria brasileira. Um dos principais advém da fragmentação da produção, uma das maiores do mundo, sendo superior até mesmo à dos demais países da América Latina. Esse fato se agrava quando se considera que a concentração de mercado é elevada tanto a montante (produtores de celulose de mercado, bem como de fibras recicladas – aparistas) quanto a jusante (grandes redes varejistas).

Existe, ainda, uma alta probabilidade de entrada de novos *players* estrangeiros, o que pode acirrar a competição na indústria. Possivelmente, boa parte dos pequenos produtores só conseguirá se manter em operação utilizando-se de manobras fiscais heterodoxas, estando sujeitos às políticas de fiscalização governamentais.

É válido ainda mencionar não apenas o aumento do tamanho das grandes redes varejistas, mas a ameaça, aos produtores de papéis sanitários, gerada pelo desenvolvimento de marcas próprias por tais redes. Nesse sentido, destacam duas estratégias distintas adotadas pelas empresas para lidar com tal fenômeno: fortalecer sua marca, de modo que o grande supermercadista tenha necessidade de inserir o produto na gôndola para atrair consumidores a sua loja, ou investir em um sistema de logística altamente eficiente, de modo a botar seu produto no pequeno varejo de maneira competitiva, em especial nas cidades médias e pequenas.

No ano de 2013, deve-se observar a entrada do maior volume de novas capacidades na história do segmento no país. Se, por um lado, isso traz aumento no número de empregos, investimentos e renovação do parque fabril brasileiro; por outro, prejudica as empresas de menor porte, que não têm participação relevante de mercado ou recursos financeiros para garantir uma expansão de capacidade com o porte e tecnologias necessários, as quais passam a experimentar maior concorrência, até mesmo de máquinas economicamente mais eficientes. Porém, é importante destacar que essa expansão do parque fabril gera um fator positivo, que advém do aumento de escala dos novos projetos anunciados, justificados pela ampliação do patamar do consumo, o que permite não só uma diluição dos custos fixos, mas também a possibilidade de obter linhas de financiamento de longo prazo,

o que pode significar uma redução no custo financeiro do investimento e uma melhoria nas margens das empresas.

ANEXO 1

Distribuição no consumo de *tissue* nas diversas regiões do mundo em 2010, para o consumo *per capita* (em mil toneladas e em kg/habitante/ano)

Brasil							
Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	<i>Per capita</i>
Papéis higiênicos	674	74	606	89	68	30	3,4
Lenços	3	0	2	0	1	0	0,0
Toalhas	196	22	55	8	141	62	1,0
Guardanapos	32	4	17	3	15	7	0,2
Demais	3	0	-	0	3	1	0,0
Total	908	100	680	100	228	100	4,5
Divisão entre segmentos:			75%		25%		

Restante da América Latina							
Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	<i>Per capita</i>
Papéis higiênicos	1.701	73	1.484	77	217	53	4,2
Lenços	38	2	32	2	6	1	0,1
Toalhas	419	18	321	17	98	24	1,0
Guardanapos	164	7	87	5	77	19	0,4
Demais	11	0	1	0	10	2	0,0
Total	2.333	100	1.925	100	408	100	5,7
Divisão entre segmentos:			83%		17%		

América do Norte							
Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	<i>Per capita</i>
Papéis higiênicos	3.761	46	2.890	52	871	34	10,9
Lenços	441	5	391	7	50	2	1,3
Toalhas	3.011	37	1.876	33	1.135	44	8,7
Guardanapos	898	11	418	7	480	19	2,6
Demais	74	1	30	1	44	2	0,2
Total	8.185	100	5.605	100	2.580	100	23,7
Divisão entre segmentos:			68%		32%		

Europa Ocidental

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	3.509	56	2.898	64	610	34	8,6
Lenços	371	6	344	8	27	2	0,9
Toalhas	1.743	28	984	22	759	43	4,3
Guardanapos	494	8	249	6	245	14	1,2
Demais	164	3	29	1	135	8	0,4
Total	6.281	100	4.504	100	1.776	100	15,4
Divisão entre segmentos:			72%		28%		

Europa Oriental

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	982	66	855	74	127	39	3,0
Lenços	98	7	94	8	4	1	0,3
Toalhas	258	17	146	13	112	34	0,8
Guardanapos	128	9	66	6	62	19	0,4
Demais	24	2	1	0	23	7	0,1
Total	1.490	100	1.162	100	328	100	4,5
Divisão entre segmentos:			78%		22%		

China

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	3.175	66	2.953	69	222	47	2,4
Lenços	1.213	25	1.202	28	11	2	0,9
Toalhas	153	3	67	2	86	18	0,1
Guardanapos	124	3	73	2	51	11	0,1
Demais	110	2	4	0	106	22	0,1
Total	4.775	100	4.299	100	476	100	3,6
Divisão entre segmentos:			90%		10%		

Japão

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	1.092	59	975	63	117	41	8,6
Lenços	497	27	429	28	68	24	3,9
Toalhas	179	10	142	9	37	13	1,4
Demais	75	4	14	1	61	22	0,6
Total	1.843	100	1.560	100	283	100	14,4

Divisão entre segmentos:

85%

15%

Obs: No Japão não são registradas as estatísticas referentes a guardanapos.

Demais asiáticos

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	1.004	63	900	66	104	46	0,4
Lenços	340	21	323	24	17	7	0,1
Toalhas	153	10	98	7	55	24	0,1
Guardanapos	83	5	47	3	36	16	0,0
Demais	18	1	2	0	16	7	0,0
Total	1.598	100	1.370	100	228	100	0,7

Divisão entre segmentos:

86%

14%

Oceania

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	201	53	150	58	51	42	5,8
Lenços	32	8	29	11	3	2	0,9
Toalhas	104	28	61	24	43	36	3,0
Guardanapos	34	9	15	6	19	16	1,0
Demais	7	2	2	1	5	4	0,2
Total	378	100	257	100	121	100	10,9

Divisão entre segmentos:

68%

32%

Oriente Médio

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	317	34	246	34	71	35	1,1
Lenços	344	37	333	46	11	5	1,1
Toalhas	144	16	86	12	58	29	0,5
Guardanapos	102	11	56	8	46	23	0,3
Demais	19	2	3	0	16	8	0,1
Total	926	100	724	100	202	100	3,1
Divisão entre segmentos:			78%		22%		

África

Produto	Total	%	Residencial	%	Institucional	%	Per capita
Papéis higiênicos	344	64	248	63	96	67	0,3
Lenços	82	15	75	19	7	5	0,1
Toalhas	68	13	52	13	16	11	0,1
Guardanapos	31	6	15	4	16	11	0,0
Demais	11	2	2	1	9	6	0,0
Total	536	100	392	100	144	100	0,5
Divisão entre segmentos:			73%		27%		

Fonte: Risi.

Referências

ABRAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS. *Revista Superhiper*, São Paulo, n. 418, abr. 2011.

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. *Conjuntura Bracelpa 38 – janeiro de 2012*. São Paulo, 2012a.

_____. *Conjuntura Bracelpa 44 – agosto de 2012*. São Paulo, 2012b.

VALOR SETORIAL. *Farmácias e Drogarias*. São Paulo, 2010.

_____. *Higiene, Perfumaria e Cosméticos*. São Paulo, 2011.

VIDAL, A.; HORA, A. B. O mercado de papelão ondulado e os desafios da competitividade da indústria brasileira. *BNDES Setorial 35*, p. 1-43. Rio de Janeiro, BNDES, 2012.

VITAL, M. A Indústria de Papéis Sanitários – Panorama Mundial e Brasileiro. *BNDES Setorial* 28, p. 233-278. Rio de Janeiro, BNDES, 2008.

Sites consultados

ALICEWEB – ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DE COMÉRCIO EXTERIOR –
<www.aliceweb2.mdic.gov.br>.

BACEN – BANCO CENTRAL DO BRASIL – <www.bcb.gov.br>.

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL –
<www.bracelpa.org.br>.

MILI – <www.mili.com.br>.

RISI – <www.risi.com>.

Inovação na indústria de alimentos: importância e dinâmica no complexo agroindustrial brasileiro

Luiza Sidonio

Luciana Capanema

Diego Duque Guimarães

João Vitor Amaral Carneiro*

Resumo

A introdução de inovações em diversos setores vem contribuindo para repositonar empresas e países. No Brasil, a agropecuária vem se destacando, mas a indústria de processamento de alimentos não vem sendo tão bem-sucedida. Este estudo se fundamentou no modelo de Pavitt (1984) para entender a dinâmica da inovação no complexo agroindustrial, com foco na indústria de alimentos. Concluiu-se que a indústria brasileira de alimentos não inova menos do que a de transformação, mas que o grau de ineditismo ainda é baixo, representando, em muitos casos, novidades apenas para a firma. O regime de apropriabilidade relativamente fraco e hábitos alimentares rígidos podem contribuir para esse fato. No entanto, existem oportunidades a serem exploradas, como alimentos funcionais, semiprontos e *light*. Como o financiamento à inovação é fundamental, o BNDES pode apoiar as firmas nacionais para fortalecerem suas capacitações e parcerias com seus fornecedores de máquinas, químicos e embalagens.

* Respectivamente, economista, gerente, economista e estagiário do Departamento de Agroindústria da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem as informações fornecidas por pesquisadores da Embrapa Agroindústria de Alimentos e a colaboração de Jaldir Freire Lima e Luciano Velasco, isentando-os de qualquer responsabilidade por incorreções porventura remanescentes no artigo.

Introdução

Vários estudos vêm apontando que a produção, a adoção e a difusão de inovações tecnológicas são fatores essenciais para o desenvolvimento econômico e mudanças sociais de uma nação e que essas mudanças tecnológicas têm sido uma característica comum dos produtos e dos setores nos quais os países de alta renda competem no mercado mundial [Soete (1981)].

As nações que investem maciçamente em educação, ciência e tecnologia dispõem de maior capacidade de inovar e se atualizar tecnologicamente, garantindo, assim, maior vantagem competitiva diante dos outros países.

O Brasil vem se mostrando competitivo internacionalmente na produção de várias matérias-primas agropecuárias, não alcançando, entretanto, o mesmo desempenho nos manufaturados derivados delas, como no caso dos alimentos processados.

A acentuada tendência de crescimento demográfico mundial, a melhoria de renda nos países emergentes, o processo de urbanização e o consequente crescimento da demanda por alimentos representam uma oportunidade para o Brasil se posicionar como principal fornecedor global de alimentos. O país não garantirá a supremacia alimentar se não processar seus produtos, se produzir apenas *commodities*. Alimentos manufaturados, além de gerar maior valor agregado às firmas brasileiras, também têm maior durabilidade, podendo ser exportados para regiões mais remotas.

Utilizando o modelo teórico de Pavitt (1984), este artigo busca analisar a dinâmica das inovações no complexo agroindustrial (CAI) com base no exame das relações de seu elo dinâmico, a indústria de alimentos, segmento que demanda novos produtos e processos de todos os demais elos. Com essa finalidade, o artigo está organizado em mais seis seções.

A próxima caracteriza o CAI e sua relevância na economia brasileira. A terceira expõe conceitos relativos à inovação que serão utilizados em sua análise. A quarta seção aborda as estratégias competitivas segundo Porter (1947) e as tecnológicas formuladas por Freeman e Soete (1997) e suas relações com a indústria brasileira de alimentos. A quinta consiste na análise da dinâmica da inovação no âmbito interno da indústria de alimentos e de suas relações com suas indústrias fornecedoras, com base na taxonomia proposta por Pavitt (1984), e aponta tendências de consumo e tecnológicas. Na sequência, a sexta seção trata da atuação do BNDES no apoio à inovação,

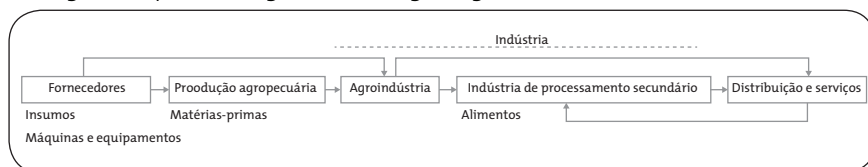
com destaque para o CAI. E, por fim, são apresentadas as considerações finais dos autores, com base na análise realizada e no papel do BNDES como promotor do desenvolvimento econômico e social.

Complexo Agroindustrial (CAI)

O setor agropecuário é de extrema importância para a economia nacional. Em 2011, foi responsável por 22% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro [Cepea (2012)] e, em 2012, por 40% das exportações [AgroStat Brasil (2013)].

Para efeito de análise, as atividades econômicas que compõem o CAI podem ser classificadas em macrossegmentos, conforme Fluxograma 1: fornecedores (responsáveis pelos insumos e equipamentos agrícolas e industriais), produção de matérias-primas (produtos agropecuários em geral), industrialização (processamento de produtos primários – agroindústria; processamento secundário – indústria de alimentos) e distribuição e serviços (envolvendo a comercialização de produtos primários e processados).

Fluxograma 1 | Macrossegmentos do agronegócio



Fonte: Elaboração BNDES.

A etapa de industrialização compreende ao menos dois segmentos distintos: a agroindústria e a indústria de processamento secundário (que inclui alimentos). Na agroindústria, o processamento primário de produtos agropecuários gera tanto produtos finais quanto insumos padronizados consumidos pela indústria de processamento secundário, enquanto nesta geram-se produtos intermediários ou finais passíveis de diferenciação.

Para fins analíticos, foi utilizada essa segmentação simplificadora. Contudo, existe uma ampla gama de possibilidades para a firma alimentícia: ela pode ser verticalizada e abranger vários elos simultaneamente. Ainda nesses casos, gerencialmente é comum segmentá-los em unidades de negócio.

Dentre os componentes do CAI, destaca-se a indústria de alimentos (processamento secundário), desempenhando o papel de eixo dinâmico do complexo e, por isso, eleita como objeto deste artigo.

A indústria de alimentos respondeu por 42% do PIB do agronegócio [Abia (2013) e Cepea (2012)], com um faturamento líquido de R\$ 316,5 bilhões e gerou 1.620.700¹ empregos em 2011 [Abia (2013)].

Essas características justificam a implementação de políticas públicas direcionadas ao aumento do grau de processamento dos alimentos e da produtividade da indústria alimentícia, de forma a beneficiar todos os macrosssegmentos do agronegócio e, por conseguinte, a economia brasileira.

Inovação: alguns conceitos

Os economistas clássicos consideravam a tecnologia exógena, disponível a qualquer firma, e não como um dos fatores explicativos do desenvolvimento econômico de um país [Moura (2003)].

Schumpeter (1911) foi o primeiro a atentar para a importância das inovações para a dinâmica competitiva do capitalismo. Elas representam uma vantagem decisiva em custos ou diferenciação, presentes no próprio fundamento dos lucros. Concorrem com o velho e precisam criar sua demanda: trata-se da tentativa de diferenciação e/ou criação de vantagens competitivas que gerem posições de monopólio ou lucros extraordinários temporários. A concorrência efetiva ou potencial estimula a busca por inovações, enquanto os riscos e incerteza as coíbem.

Como os resultados dos desenvolvimentos da inovação são incertos e a receptividade do mercado ao novo também é desconhecida, muitos empresários preferem não incorrer nesses riscos.

De acordo com Freeman (1982), inovação é o processo que inclui as atividades técnicas, a concepção, o desenvolvimento e a gestão e que resulta na comercialização de novos (ou melhorados) produtos ou na utilização de novos (ou melhorados) processos. Ou seja, diferentemente de invenções, que se limitam à criação de um processo, uma técnica ou um produto, a inovação é a introdução da invenção no mercado de algo novo ou aprimorado.

¹ Nova base de emprego, a partir de 2003: de acordo com a Rais/MTE, a indústria da transformação passou de um total de 5.148 trabalhadores para 5.356 e a indústria de alimentação passou de 881 trabalhadores para 1.006.

Nesse ponto, vale a pena resgatar que o processo de inovação contempla, além da geração de um novo produto ou processo, as fundamentais etapas de adoção e difusão² desses bens ou tecnologias no mercado.

Schumpeter (1939) classificou em cinco categorias as inovações: novos produtos, novos métodos de produção, novos mercados, novas fontes de matéria-prima e novas formas de organização. Contudo, a maior parte dos estudos empíricos enfocam as inovações de produto e processo, consideradas mais fáceis de serem mensuradas. Neste artigo, apenas essas duas formas serão tratadas.

As inovações podem ser incrementais ou radicais. Para defini-las, é necessária a introdução de dois conceitos prévios: trajetória tecnológica e paradigma tecnológico. Dosi (1982, p. 152) define paradigma tecnológico³ como

[...] um modelo ou padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseado em princípios altamente selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologias selecionadas, juntamente com as regras específicas que buscam adquirir conhecimento novo e salvaguardá-lo, quando possível, da difusão rápida aos concorrentes.

Trajetória tecnológica, por sua vez, é um padrão “normal” de atividades, circunscrito a um paradigma determinado; são melhorias ao longo de uma linha específica, realizadas por meio de *trade-offs* econômicos e tecnológicos do paradigma [Kupfer (1996)].

Com base nesses conceitos, é possível definir inovação incremental como melhoramentos sobre uma mesma trajetória técnica e inovação radical como saltos descontínuos na tecnologia de produtos e de processos fora da trajetória até então percorrida. A inovação radical também pode representar um novo paradigma tecnológico.

Para que se compreendam os determinantes dos padrões setoriais de inovação, Malerba e Orsenigo (1990; 1993) propõem um conjunto de propriedades das tecnologias aplicáveis a determinado setor que compõem o chamado “regime tecnológico”. Entre elas, constam as condições de oportunidade e apropriabilidade e o grau de cumulatividade do conhecimento tecnológico.

² O termo difusão, no texto, significa a propagação da inovação no mercado.

³ De acordo com Tigre (1998), um novo paradigma seria um conjunto de mudanças técnicas, organizacionais e sociais que altere produtos e processos, crie novas indústrias e estabeleça novas trajetórias tecnológicas, produzindo efeitos significativos em toda a economia.

Dosi (1988) destaca que as oportunidades – parcialmente decorrentes de avanços científicos e parcialmente derivadas dos conhecimentos acumulados pela firma – e as condições de apropriabilidade são fundamentais indutores de inovação nas firmas. Atenta, ainda, para a importância das condições de mercado: “[...] os padrões setoriais de mudanças técnicas observados são o resultado da interação de vários tipos de induções de mercado, por um lado, e de combinações de oportunidades e apropriabilidades, por outro lado” (p. 20).

Exemplos de condições de mercado que influenciam as decisões da firma em inovar são: receptividade dos consumidores a novos produtos e mudanças na demanda, no preço da energia e de outros insumos de produção e nos preços relativos, como relação preço do trabalho *versus* preço das máquinas. Elas podem tanto influenciar a direção do progresso técnico em um paradigma tecnológico quanto contribuir para a seleção de novos paradigmas [Dosi (1988)].

Em relação aos conhecimentos que configuram as oportunidades, existem os científicos, formais e codificáveis e os tácitos, internos e específicos à firma. Os neoschumpeterianos, ao contrário dos neoclássicos, defendem que a tecnologia é endógena e o conhecimento nem sempre é público e disponível. Há processos de aprendizagem e cumulatividade nas empresas, tornando o conhecimento um ativo intangível, sujeito a curvas de aprendizado.

Dada a crescente complexidade do processo inovativo, o desenvolvimento, a introdução e a difusão de inovações assumem, cada vez mais, a forma de um processo interativo de aprendizado, baseado em intercâmbio contínuo de informações e conhecimento entre produtores e usuários de tecnologias, o que altera permanentemente as capacitações dos agentes. O aprendizado por interação é um processo dinâmico, que se estabelece não apenas com fornecedores, mas também com academia, concorrentes e consumidores, em um amplo sistema de inovação [Lundvall (2009)].

O enfoque dado pela literatura econômica ao processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D) como hierarquicamente superior a outras atividades no processo inovativo é excessivo. Em estudo realizado pela International Business Machines (IBM) com 750 presidentes de seus clientes efetivos ou potenciais, a principal fonte de informação para inovação citada foram os empregados, seguida de parceiros comerciais e de clientes, nessa ordem. O processo de P&D interno foi a oitava fonte mais importante [Bednarz

(2006)]. Ou seja, o conhecimento tácito dos funcionários, os processos interativos de aprendizagem e o *learn by doing* são muito importantes no processo inovativo.

Portanto, a inovação tem caráter sistêmico, resulta da interação entre os diferentes agentes. Isto é, ela não é linear, resultante apenas do fluxo que se inicia na pesquisa científica; passa pelo desenvolvimento e chega à validação e introdução do novo produto/processo no mercado. Trata-se de um processo de aprendizado movido a *feedback*, que envolve conhecimentos advindos de diversas atividades e experiências acumuladas dos diversos agentes e de suas interações, e no qual as rotinas e o histórico da empresa determinam suas capacitações futuras, havendo dependência dos caminhos galgados no passado (*path dependence*). Em suma, as oportunidades de inovação da firma derivam não apenas dos avanços da ciência, mas também de suas experiências e conhecimentos acumulados.

Em relação à apropriabilidade, Dosi (1988, p. 19) a define como “[...] propriedade dos conhecimentos tecnológicos e dos artefatos técnicos, do mercado e do ambiente legal que viabilizam as inovações e as protegem, em graus variados, como ativos geradores de renda, das imitações dos concorrentes”.

Há várias possibilidades de apropriação das inovações. As formas e os graus de apropriabilidade mais utilizados diferem entre setores, indústrias e tecnologias e não se limitam apenas a patentes. Marca registrada, segredo industrial, defasagem para a cópia (*lead time*), curvas de aprendizagem necessárias para a cópia do produto, processo contínuo de inovação e controle de competências complementares são formas importantes de apropriação.

Segundo Teece (2005), patentes costumam ser pouco eficazes, sobretudo na proteção de inovações de processo, pois esta é uma modalidade tecnicamente mais sujeita a imitação. Ademais, conferem reduzida proteção, em particular para empresas menores, uma vez que os requisitos legais para manter sua validade são bastante custosos, exigindo que a firma tenha fôlego financeiro suficiente. Assim, as patentes costumam ser um mecanismo complementar de apropriação (exceto para setores específicos, como indústria química). Curvas de aprendizagem e *lead time* tendem a ser as formas de proteção mais efetivas e, por isso, mais utilizadas nas inovações de processo, enquanto patentes e curvas de aprendizado são mais comuns em inovações de produto [Dosi (1988)].

Em relação aos graus de apropriabilidade, Teece (2005) denominou regime de apropriabilidade a facilidade de a inovação ser imitada. O conceito está relacionado tanto à eficácia dos direitos de propriedade intelectual quanto à facilidade de replicação da inovação. Caso a tecnologia seja difícil de se replicar e o sistema de propriedade intelectual seja eficaz, o regime de apropriabilidade será forte e representará uma barreira à imitação. Se a tecnologia for facilmente replicável e o sistema de propriedade intelectual for ineficaz, a apropriabilidade será fraca. Entre esses extremos, existe uma gama de situações intermediárias.

Quando os regimes de apropriabilidade são rígidos, os inovadores se asseguram de que sua inovação se traduzirá em retorno econômico/financeiro por um período. Contudo, essa possibilidade não está disponível para a maior parte dos setores. Quanto mais fraco o regime de apropriabilidade, maior a facilidade de a inovação ser imitada e menores os incentivos para a firma inovar.

Segundo Malerba e Orsenigo (1997), regimes tecnológicos caracterizados por alto nível de oportunidades tecnológicas tendem a ter padrões de inovação caracterizados por turbulência na entrada de inovadores, alta instabilidade na hierarquia das firmas e tendência à concentração setorial. Ao contrário dos regimes com baixo nível de oportunidades tecnológicas, que tendem a apresentar entrada limitada de inovadores e restrição ao crescimento da inovação nas firmas estabelecidas. Como consequência, espera-se grande estabilidade dos maiores inovadores e menor concentração.

Pelo exposto, conclui-se que existem diferenças intersetoriais e intertemporais quanto a conhecimento, cumulatividade, apropriabilidade e oportunidades das inovações: elas são geradas, difundidas e utilizadas de formas diversas, pois cada setor tem dinâmica própria que o induz a um comportamento específico [Dosi (1988)].

Essas características foram classificadas por Pavitt (1984), com base nos dados coletados por Townsend *et al.* (1981), em uma taxonomia com três categorias: (1) dominadas por fornecedores; (2) intensivas em produção; e (3) baseadas em ciência. Essa classificação se estabelece em função das fontes de tecnologia, das demandas dos usuários e das possibilidades de apropriação por parte das firmas.

Os setores com firmas dominadas pelos fornecedores, de acordo com Pavitt, seriam aqueles em que as firmas são pequenas em relação aos for-

necedores, e que teriam, em geral, baixa capacitação de engenharia e da atividade interna de P&D. Dessa forma, a maior parte das inovações desse grupo viria dos fornecedores de máquinas e insumos, embora algumas vezes firmas maiores possam contribuir com inovações (em geral, de processo). As inovações desse grupo visam, em geral, à redução de custos, já que há poucas oportunidades de diferenciação de produtos nesses setores. Entre os setores que se encaixariam nessa categoria, estariam aqueles mais tradicionais de produção industrial (têxteis, produtos de madeira e papel), agricultura e construção e a maioria dos serviços.

O grupo dos setores intensivos em produção, por sua vez, é subdividido em dois subgrupos: (1) setores de produção de larga escala, em que as firmas são grandes em relação ao mercado em que atuam, em razão do grande peso da economia gerada pela escala; e (2) setores produtores de máquinas e instrumentos especializados, em geral compostos por pequenas firmas.

No subgrupo (1), estão incluídas não só as firmas que produzem bens padronizados, mas também as que produzem bens diferenciados. Nesse caso, a liderança tecnológica está na capacidade de projetar, construir e operar processos contínuos em larga escala, com alta capacitação de engenharia e de *know-how* de processos. As empresas com essas habilidades são capazes de atender às necessidades de seus clientes, por meio do lançamento contínuo de novos produtos e da diferenciação dos existentes (percebida não só por diferenciais técnicos, mas também pela marca e aparência). São exemplos dessa categoria os setores de siderurgia, alimentos, bens de capital seriados e veículos.

No subgrupo (2), a liderança é exercida por meio do desenvolvimento de inovações de produto a serem usadas em outros setores, além de gerar inovações de processo para o próprio setor. As firmas inovadoras são, em geral, pequenas, em razão da especialização requerida. Entre os setores desse subgrupo, estariam as firmas de engenharia e de bens de capital sob encomenda.

Por fim, na categoria (3) estão os setores de firmas baseadas em ciência, cujas fontes de inovação são as atividades de P&D, que se baseiam no desenvolvimento das ciências afins nas universidades e em institutos de pesquisa. De acordo com a pesquisa de Townsend *et al.* (1981) citada, o setor mais claramente identificado com esse grupo é o de química, embora também se possam enquadrar nessa categoria as empresas de biotecnologia.

A taxonomia de Pavitt (1984) preencheu uma lacuna teórica da pesquisa empírica na área de inovação e, por isso, representou um grande avanço na década de 1980: sistematizou dados empíricos e os agrupou em categorias que permitiram a análise e o entendimento de padrões setoriais de mudanças tecnológicas. No entanto, ele imprime uma visão de que para que a mudança estrutural seja efetiva, os setores intensivos em tecnologia e P&D são mais importantes do que setores com menor intensidade tecnológica. Contudo, não necessariamente os últimos são menos dinâmicos.

A hierarquização que aponta o grupo “baseados em ciência” como mais importante para o progresso técnico faz com que a taxonomia de Pavitt capte pouco a importância do conhecimento tácito e dos processos interativos de aprendizagem entre os diferentes setores e entre as quatro categorias propostas. Outra crítica à classificação proposta por Pavitt (1984) é que alguns setores, como “serviços”, que alcançam cada vez mais importância na economia são classificados como “dominados por fornecedores”, o que representava a realidade do período em que o artigo foi escrito. Todavia, atualmente, as denominadas TIC (tecnologias da informação e comunicação), por exemplo, são serviços altamente tecnológicos e dinâmicos. Ou seja, a taxonomia de Pavitt, como qualquer teoria, faz uma simplificação da realidade e, por isso, apresenta limitações.

Apesar de suas limitações, optou-se por essa metodologia, pois ela contribui para a identificação da dinâmica das inovações na cadeia agroindustrial. Demais conceitos neoschumpeterianos também serão utilizados, contribuindo para a análise do setor e complementando o modelo teórico de Pavitt (1984) em suas restrições.

Para demonstrar a dinâmica que se inicia na identificação ou criação da demanda por uma inovação e se encerra em sua propagação no mercado, como afirmado, os autores optaram por centrar sua análise na indústria de alimentos, elo dinâmico do complexo agroindustrial. Dados da *Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) 2008*, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), contribuirão para uma análise mais apurada das inovações na indústria de alimentos brasileira.

Estratégias competitivas e tecnológicas

Para melhor compreensão desta seção, primeiramente é necessário entender as possíveis estratégias empregadas pelas firmas em seu planeja-

mento. Empresas adotam estratégias competitivas, ou seja, selecionam e implementam objetivos para melhorar suas chances de ser bem-sucedidas. De acordo com Porter (1947), são três as estratégias possíveis. A primeira é a competição via custos, em que a firma centra seus esforços na eficiência produtiva, na redução dos custos de produção e na minimização de gastos. Em geral, visa atingir o mercado de consumo em massa. Como seu produto é homogêneo, na maior parte dos casos, o preço no mercado em que as firmas atuam é determinado, e elas devem reduzir custos para aumentar sua margem de lucro. Em outros casos, reduções de custos são parcialmente repassadas ao consumidor via redução de preços. Dessa forma, obter economias de escala e implementar melhoramentos de processo são ações muito importantes nessa estratégia, o que pode ser alcançado por inovações de processo.

A segunda estratégia é a diferenciação, em que a empresa investe significativamente em novos produtos e publicidade, com vistas a construir uma marca reconhecida. Tecnologia e P&D também são importantes, pois podem criar novos produtos ou processos valorizados pelo mercado. Nessa estratégia, há possibilidade de auferir maiores margens de lucro. A competição não se dá via custos, por isso aumentos na escala de produção e novas tecnologias que representem reduções de custo nem sempre são relevantes.

Por fim, há a estratégia de enfoque, que visa atender a mercados específicos e que abrange competição por custo ou diferenciação. Pressupõe-se que a empresa atenderá a seu alvo estratégico de forma mais eficiente do que os concorrentes que estão competindo de forma mais ampla, seja por ter custos mais baixos seja por ter produtos diferenciados que atendem melhor ao cliente [Porter (1947)].

Freeman e Soete (1997) também desenvolveram uma tipologia, mas seu foco de análise foram as estratégias tecnológicas, classificadas em: ofensiva, defensiva, imitativa, dependente, tradicional e oportunista.

Na estratégia ofensiva, a firma pretende ser a primeira a introduzir a inovação no mercado (*first mover*). A intenção é atingir a liderança tecnológica e mercadológica. Para isso, a capacitação em processo de P&D interno é fundamental. As empresas também buscam estabelecer relações com o sistema científico e tecnológico.

Na estratégia defensiva, as firmas acompanham com certa defasagem temporal os inovadores da estratégia ofensiva, incorporando diferenciações

de produto que criem e/ou reforcem vantagens competitivas. Preferem se aproveitar dos erros e da abertura de mercados dos *first movers*, mas devem mover-se rapidamente, ser capazes de reagir e introduzir melhoramentos técnicos no mercado. Portanto, o processo de P&D interno também é muito importante, mas as firmas têm maior aversão ao risco que o primeiro grupo.

Empresas que adotam estratégias imitativas encontram-se tecnologicamente atrás das defensivas e ofensivas. Tentam administrar sua defasagem quanto a porte econômico e capacitação tecnológica. Contam com mercado cativo estabelecido para o novo produto. O processo de P&D nessas empresas é limitado, mas elas devem ser intensivas em engenharia e desenho de produção. Inovações de processo que se traduzam em reduções de custos são importantes, pois as firmas devem ser eficientes na produção. As margens de lucro dessas firmas, em geral, são apertadas.

Na estratégia dependente, as firmas, em geral menores, encontram-se subordinadas a relações de subcontratação com firmas maiores. Elas não introduzem inovações nem melhoramentos técnicos nos produtos, exceto quando demandadas por seus clientes ou empresa matriz. Por isso, o processo de P&D é praticamente ausente e, quando necessário para o desenvolvimento de inovações menores, incrementais, não é realizado internamente.

Empresas que adotam estratégias tradicionais não desenvolvem inovações tecnológicas expressivas, pois em geral o mercado não demanda e a concorrência também não inova. Quando há inovações, são geralmente de processo, geradas fora do setor e disponíveis para toda a indústria. Ou seja, há ausência de P&D, e essas empresas não dispõem de competências técnicas para introduzir qualquer mudança. Por isso, são firmas vulneráveis, incapazes de responder a mudanças tecnológicas.

Por fim, há a estratégia oportunista, em que firmas identificam “nichos” de mercado que não interessam às grandes empresas, geralmente associados a uma produção em pequena escala. Elas são boas em prospecção tecnológica e são atentas às informações científicas, aproveitando-se de oportunidades que porventura surjam para se inserir em mercados específicos. Embora a busca dessas firmas seja por oportunidades tecnológicas, essa estratégia está associada à estratégia de Porter de enfoque.

As duas abordagens de estratégias, seja a de Porter, que disserta sobre as estratégias competitivas, seja a de Freeman e Soete, que examina as estra-

tégias tecnológicas, serão úteis para a análise da indústria de alimentos. É possível classificar as empresas e os subsetores alimentícios nas três estratégias de Porter. Em relação às de Freeman e Soete, apesar de haver empresas atuantes nos seis casos, as estratégias defensiva e imitativa são as mais comuns no Brasil. Firms que empregam estratégias tradicionais acabam expurgadas do mercado. Estratégias ofensivas são utilizadas por grandes empresas estrangeiras, com marcas reconhecidas mundialmente. Ocasionalmente, pequenas firmas nacionais adotam estratégias oportunistas. Estratégias dependentes são empregadas por pequenas subsidiárias de firmas multinacionais, que têm sua atuação atrelada às estratégias das matrizes.

Dinâmica da inovação no CAI

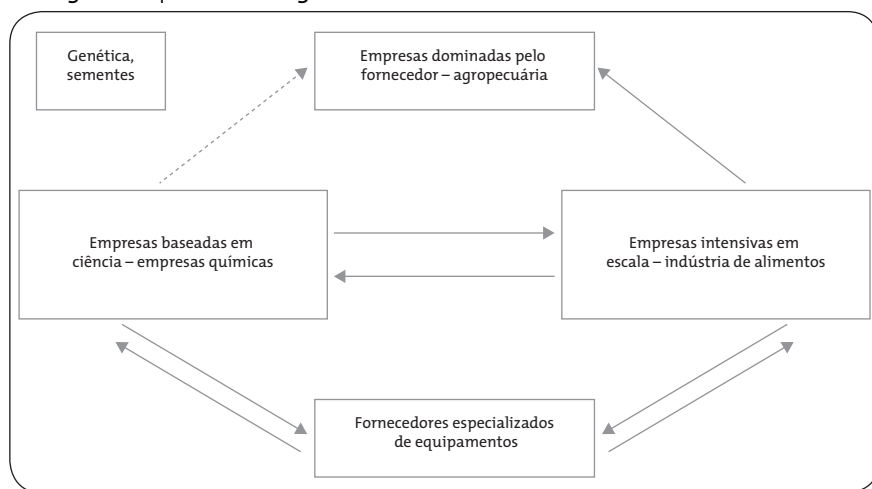
A indústria de alimentos mantém interface tecnológica com diversas outras indústrias, estimulando inovações ao longo de toda a cadeia produtiva, tanto na agropecuária (produtores de matéria-prima que demandam tecnologias de outros setores) quanto nas indústrias de embalagens, química, de máquinas e equipamentos etc. [Cabral (1999)].

Outro agente, de suma relevância nessa dinâmica, são os institutos de pesquisa e universidades, produtores de conhecimento científico e importantes parceiros no desenvolvimento tecnológico de produtos e processos em todos os elos da cadeia produtiva. Apesar de toda sua relevância, não serão tratados neste artigo. De qualquer forma, vale citar a existência de uma instituição brasileira dedicada a P&D com vistas ao desenvolvimento do agronegócio no país, a Empresa Brasileira de Agropecuária (Embrapa), cujos resultados são amplamente conhecidos.

Em vista disso, o Fluxograma 2 exhibe os principais elos tecnológicos entre as quatro categorias de classificação da taxonomia de Pavitt (1984) com adaptações dos autores para o caso da cadeia agropecuária, com foco de análise no elo da indústria de alimentos.

A indústria de alimentos foi enquadrada na categoria “empresas intensivas em escala”, pois inclui firmas que competem por custos e vendem produtos padronizados, as *commodities*, e também firmas que adotam estratégias de competição por diferenciação. Domingues (2008) propõe uma divisão setorial da indústria de alimentos e bebidas em dois grupos: (1) orientados por *commodities*; e (2) de alto valor agregado.

Fluxograma 2 | Elos tecnológicos – indústria de alimentos



Fonte: Elaboração BNDES.

O grupo orientado por *commodities* é composto por firmas especializadas, com produtos de mesma base tecnológica, que atribuem importância maior ao baixo custo de produção e da matéria-prima do que a novos produtos, porque concorrem via custos. Dessa forma, inovações de processo, que reduzam custos produtivos, são mais importantes do que inovações de produto [Domingues (2008)]. Em suma, adotam a estratégia de custo de Porter.

Os setores de alto valor agregado são compostos por empresas que ofertam produtos diferenciados, com maior grau de processamento e maior valor agregado. São mais independentes tecnologicamente e realizam mais inovações de produto do que de processo, tendo em vista a importância da diferenciação. Competem via qualidade e marca, por isso a propaganda e o *marketing* são fundamentais, representando até mesmo barreira à entrada de novas firmas [Domingues (2008)]. Empregam, portanto, a estratégia de diferenciação de Porter.

Este artigo aborda a indústria alimentícia como um agregado homogêneo, apesar de os autores reconhecerem a existência de relevantes diferenças entre os segmentos e produtos dessa indústria. Outros cortes, como porte das empresas, também seriam possíveis, mas a ideia, como afirmado, é uma análise ampla do setor.

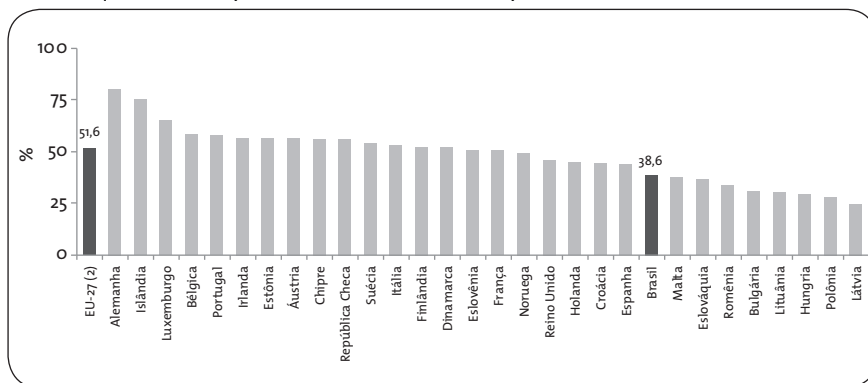
As próximas subseções abarcam um breve estudo de cada elo tecnológico do fluxograma de Pavitt (1984) para a indústria de alimentos.

Empresas intensivas em escala – indústria de alimentos

Existe uma constante tensão entre as rotinas adotadas pela firma, que vêm permitindo sua sobrevivência e seu sucesso na atualidade, e a busca por inovações e mudanças em suas competências e trajetórias, que visam reposicioná-la no futuro. Ainda que as mudanças sejam para se adequar a novas legislações, como resposta à “solução de problemas” ou para manter *market share*, em muitos casos enfrentam resistências culturais e de processos internos consolidados na firma.

De acordo com os dados da *Pintec 2008*, das empresas alimentícias entrevistadas, aproximadamente 38% implementaram inovações de produto e/ou de processo no período 2006-2008. Este é o mesmo percentual de empresas que inovaram na indústria de transformação. Ou seja, as empresas de alimentos não são menos inovadoras do que a média da indústria de transformação no Brasil. Contudo, o país é pouco inovador em perspectiva mundial. O Gráfico 1 compara a posição do Brasil em relação à taxa de inovação de países europeus. Enquanto pouco mais de 38% das firmas brasileiras inovam, na União Europeia essa taxa é superior a 50%.⁴

Gráfico 1 | Taxa de empresas inovadoras na Europa e no Brasil – 2008



Fontes: Eurostat (2008) e IBGE.

⁴ *Community Innovation Survey (CIS)*, pesquisa de inovação da Europa, e *Pintec* utilizam um conceito amplo de inovação, que abrange novos produtos/processos apenas no âmbito da firma e melhorias em produtos/processos já existentes. No entanto, enquanto a *Pintec* considera como atividade inovadora a simples compra de máquinas e equipamentos, a interpretação da *CIS* é que a venda de produtos completamente desenvolvidos por outras empresas não pode ser contabilizada como inovação. Tanto a *CIS* quanto a *Pintec* consideram as inovações organizacionais e de *marketing*, mas a estatística utilizada na *Pintec* refere-se apenas a inovações de produto e de processo.

Essa cultura pouco inovadora brasileira, entre outras razões, é reflexo do ambiente macroeconômico instável, das altas taxas de juros que permitiam ganhos superiores e menos arriscados no mercado financeiro, de protecionismos concedidos às empresas sem contrapartidas e da carência de empresários *schumpeterianos*.⁵ Em cenários nos quais é possível se auferir bons retornos financeiros em atividades de baixo risco e incerteza, os empreendedores não costumam empenhar esforços e recursos em inovações.

Das firmas alimentícias inovadoras, 60% afirmaram que a inovação representou uma grande melhoria na qualidade do produto, enquanto 40% também reportaram ampliação de seu portfólio. Das empresas que inovaram, 41% consideraram que a inovação foi altamente importante para manter seus mercados, 36% para os ampliarem e 38% para abrirem novos mercados. Novos produtos inovadores tiveram participação percentual entre 10% e 40% no total de vendas de 52% das firmas. Esses dados demonstram os ganhos econômicos que as empresas obtiveram com suas inovações.

Das inovações implementadas pelas empresas de alimentos que responderam à *Pintec*, cerca de 45% foram de produto e 55% de processo, o que demonstra que o lançamento de novos produtos é bastante relevante, em particular para empresas que adotam estratégias de diferenciação. Em relação às inovações de produto, apenas 16% eram novas para o mercado nacional, e o restante, novidades apenas para as empresas. Desse total, 52% eram completamente novas para a empresa e as demais eram aprimoramentos de produtos já existentes. Das inovações de produto novas para o mercado nacional mas existentes no mercado mundial, 42% eram completamente novas para a empresa. Apenas 0,5% representou novos produtos para o mercado mundial.

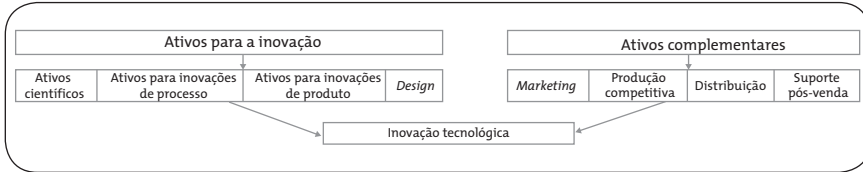
Apesar da ampla quantidade de competências tecnológicas disponível, as firmas devem limitar seu escopo às que tendem a aumentar suas vantagens competitivas. De acordo com Burgelman e Rosembloom (1989), essas tecnologias são denominadas centrais, enquanto as demais seriam periféricas.

Além de elencar e desenvolver tecnologias centrais, segundo Teece (2005) existem competências/ativos complementares determinantes para que as firmas sejam bem-sucedidas em suas inovações. Christensen (1995) *apud* Cabral (1999) e Teece (2005) analisam os ativos (recursos e capa-

⁵ Por empresário *schumpeteriano*, entende-se: empresário com ímpeto empreendedor e inovador.

cidades) necessários à produção e exploração comercial de novos produtos e processos. O Fluxograma 3 ilustra a estrutura conceitual proposta pelos autores.

Fluxograma 3 | Determinantes da inovação



Fonte: Cabral (1999).

Pelo Fluxograma 3, pode-se perceber que, além dos ativos centrais para inovação, divididos em quatro grupos (científicos, *design*, ativos para inovação de produto e ativos para inovação de processo), também existem ativos complementares: *marketing*, produção competitiva, distribuição, suporte pós-venda. Não são raros os casos em que empresas que adotam estratégias defensivas ou imitativas obtenham maior sucesso no mercado, por disporem de ativos complementares decisivos ausentes na inovadora. A importância desses ativos será diferente em cada firma, indústria ou setor.

No caso da indústria de alimentos, uma competência complementar determinante para firmas que adotam estratégias de diferenciação é a de propaganda e *marketing*. Dentro de uma faixa de preços, a marca pode ter mais valor para o consumidor do que o preço do produto. O *marketing* deve comunicar valores, saudabilidade e confiança na empresa que alimenta sua família. A propaganda também é essencial para a introdução e difusão de novos produtos alimentares.

Os rótulos devem comunicar, chamar a atenção do consumidor. Selos de qualidade e certificações de origem são importantes para atestar a excelência e inspirar confiança no produto. Ainda pouco difundida, a parceria de empresas alimentícias com restaurantes e chefes de cozinha renomados pode ser uma importante forma de disseminar pratos semiprontos e alavancar suas vendas. Ou seja, é importante inovar até na publicidade dos produtos e das empresas alimentícias. Uma empresa sem essa competência complementar pode não ser bem-sucedida no lançamento de um produto inovador, enquanto outra com um bom departamento de *marketing* pode lançar o mesmo produto e obter resultados melhores.

Os departamentos de *marketing* da indústria de alimentos costumam ser os primeiros a entender as demandas dos consumidores e as tendências do mercado. Das firmas que inovaram, 70% relataram na *Pintec* que os clientes ou consumidores tinham alta/média importância como fonte de informação para as inovações. Por processos dinâmicos e interativos de aprendizagem, a indústria alimentícia adquire conhecimentos e inova ao interagir com seus consumidores. Portanto, a área de *marketing* é tão importante no processo de inovação quanto os departamentos de P&D são em outros setores industriais.

Em virtude da importância de propaganda e *marketing* na indústria alimentícia, pode-se considerar a marca uma das mais importantes barreiras à entrada de novas empresas no setor. Diversas empresas alimentícias pelo mundo surgiram há décadas; algumas são até centenárias. Em muitos casos elas mudaram de controle acionário, foram adquiridas ou se fundiram com outras. Contudo, suas marcas permanecem e são consideradas seus ativos de maior valor. Em vista disso, firmas que querem diversificar suas atividades e entrar em algum segmento do setor alimentício, em muitos casos o fazem adquirindo empresas e marcas já existentes, principalmente se pretendem atuar com produtos de maior valor agregado, adotando estratégias de competição por diferenciação.

Para as empresas que empregam estratégias de competição por custo, escala produtiva é uma importante barreira às novas entrantes, pois contribui para redução de custos de produção, permitindo em muitos casos a viabilidade econômica do negócio. Para essas empresas, inovações em processo são fundamentais.

Na prática, a busca por inovações na indústria de alimentos também é motivada pelos esforços das empresas em se enquadrarem em novas normas nacionais e em padrões aceitos mundialmente. O último caso é válido sobretudo para firmas que exportam ou que anseiam se tornar atores no cenário internacional [Conceição (2007)]. Ou seja, o enquadramento a regulações e a busca por certificações internacionais motivam empresas alimentícias brasileiras a inovar: 29% responderam na *Pintec 2008* que o enquadramento em regulações e normas-padrão foi importante para que elas implementassem inovações.

Em relação às formas de apropriabilidade das inovações, as patentes são pouco relevantes na indústria alimentícia. De acordo com a *Pintec 2008*, das empresas que implementaram inovações no período 2006-2008, apenas 3%

depositaram patentes, percentual inferior ao da indústria de transformação, que foi de 7%. Como afirmado, patentes costumam ser uma forma pouco eficaz de proteger inovações de processo, comuns na indústria alimentícia. Em vista disso, 54% das empresas de alimentos protegeram suas inovações por meio das marcas, que, como já afirmado, são estratégicas nesse setor. Segredo industrial também foi bastante utilizado: em 23% dos casos. Formulações, por exemplo, não são patenteáveis, usualmente são protegidas via segredo industrial. Um exemplo conhecido é a fórmula da Coca-Cola, protegida por segredo. Apesar de a *Pintec* não prever entre as possibilidades de apropriabilidade o lançamento constante de novos produtos, essa alternativa também é praticada na indústria de alimentos.

O regime de apropriabilidade na indústria alimentícia pode ser considerado relativamente fraco, pois, em geral, as tecnologias desenvolvidas não são difíceis de serem replicadas e o sistema de propriedade intelectual é pouco eficaz. Apesar de as tecnologias serem replicáveis, a cópia de produtos alimentícios, de sua formulação e sabor específico, é complexa. Como afirmado, a indústria de alimentos inova tanto quanto a indústria de transformação, mas a maior parte de suas inovações representa produtos ou processos novos apenas para a empresa, e muitas vezes melhoramentos de produtos já constantes em seu portfólio. O regime de apropriabilidade relativamente fraco é um importante elemento para se compreender o baixo grau de ineditismo nessa indústria.

Empresas baseadas em ciência – empresas químicas

Tradicionalmente, os consumidores são conservadores em relação a novos produtos alimentares. Cultura e hábitos alimentares são rígidos. Contudo, a globalização, a redução no preço dos alimentos, mudanças socioeconômicas, modificações no estilo de vida, a entrada de mulheres no mercado de trabalho, o aumento da expectativa de vida e preocupações com a saúde vêm incentivando alterações nos hábitos alimentares e aumentando a busca por produtos mais práticos, alimentos saudáveis, funcionais,⁶ *light*, dietéticos, orgânicos e ambientalmente sustentáveis. Para atender a essas novas demandas, a indústria alimentícia precisou implementar mudanças tecnológicas

⁶ “Alimento funcional é todo alimento ou ingrediente com alegação de propriedades funcionais e/ou de e que pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica”, segundo a Agência Brasileira de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2013).

[Conceição (2007)], desenvolvidas em parceria com empresas químicas, de embalagens e de máquinas e equipamentos e com institutos de pesquisa.

Tendências e tecnologias associadas

Entre as tendências demandadas pelo consumidor moderno, destacam-se os pratos semiprontos. Apesar de não serem novidade no mercado mundial e nem no nacional, impõem desafios tecnológicos para as empresas que optam por desenvolvê-los. Semiprontos feitos industrialmente com sabor de alimentos produzidos em casa, porém com durabilidade maior, tempo curto de preparo e preços acessíveis não são triviais. Transferir a culinária para um processo industrial de linha de montagem não é simples. Existem verdadeiros laboratórios de P&D por trás da elaboração de novas receitas que mantenham as condições organolépticas dos alimentos e preservem as características desejadas pelo consumidor.

As refeições caseiras vêm se tornando cada vez mais raras nas famílias e o número de crianças obesas vêm se elevando, aumentando a preocupação dos pais quanto à qualidade dos alimentos ingeridos por seus filhos. Nesse contexto, outra tendência é a produção de alimentos para o público infantil que atenda, ao mesmo tempo, às demandas das mães por alimentos saudáveis e nutricionalmente completos e às demandas das crianças por alimentos de sabor e aparência agradáveis. Em suma, o desafio para o setor é produzir alimentos com sabor, cor e textura adequados ao paladar infantil e que também sejam dietas balanceadas e nutritivas.

O crescimento da população de obesos em todas as faixas etárias e classes sociais também vem aumentando a procura por alimentos *light*. Reduzir os níveis de gordura e preservar o sabor, a textura e o tempo de conservação dos produtos também demandam muita pesquisa.

As tecnologias associadas aos desafios descritos são: pesquisas por novos realçadores de sabor, especiarias, corantes, amidos modificados, agentes de textura, entre outros. Os agentes de textura, por exemplo, são fundamentais para garantir estabilidade aos molhos dos pratos semiprontos, que até o momento de seu consumo são congelados e descongelados diversas vezes na ineficiente cadeia de frio. Também são importantes em alimentos *light*, pois a gordura é estabilizante, responsável pela textura do produto. Realçadores de sabor e especiarias podem contribuir para atender ao paladar das

crianças, bem como o de consumidores de produtos *light*, uma vez que a gordura é o realçador natural de sabor do alimento.

Semiprontos e *light* também demandam durabilidade. Nitratos, nitritos e sulfitos são pesquisados e utilizados para conservar alimentos, pois coíbem a ação de bactérias. Para o maior tempo de conservação dos produtos, processos também devem ser alterados. Processos térmicos, por exemplo, permitem eliminar micro-organismos ou desnaturar enzimas por meio das altas temperaturas. Contudo, exposição excessiva a altas temperaturas também pode dizimar os nutrientes de alguns alimentos. Com isso, a indústria alimentícia deve pesquisar melhores processos e formas de conservação de alimentos, com o auxílio da indústria química.

Ainda sobre conservação, as embalagens são fundamentais para preservar os alimentos, aumentar seu tempo de prateleira e evitar desperdícios. É importante esclarecer os dois diferentes enfoques que podem ser dispensados a essa indústria.

Em razão de suas características e das inovações que implementa na indústria alimentícia, seu segmento que atua sob demanda de soluções tecnológicas poderia ser enquadrado como “baseado em ciência”. Como exemplo para esses casos, podem-se citar a pesquisa e o uso, em embalagens, de alguns nitritos, responsáveis por modificar a aparência dos alimentos tornando-os mais atrativos ao consumidor, além de o conservarem. Outro exemplo é a criação de novas embalagens com maior *shelf life*, o que demanda desenvolvimento da indústria de embalagens e pode reposicionar a indústria de alimentos, permitindo-lhe, por exemplo, evitar desperdício e comercializar seus produtos em novos mercados nacionais e estrangeiros.

Por outro lado, a indústria de embalagens também pode ser considerada “intensiva em escala”. Isso ocorre quando não há novos desenvolvimentos sendo implementados, quando ela apenas produz, em grande escala, as embalagens-padrão. Em geral, quando a firma alimentícia é grande e demanda inovações, as empresas de embalagens as desenvolvem. No entanto, quando a demandante é uma pequena empresa, ela deve se contentar com produtos-padrão, uma vez que não é viável o custo de desenvolvimento de embalagens para produção em pequena escala.

A indústria de alimentos, por meio de processos interativos de aprendizagem, deve apresentar suas demandas e desenvolver conjuntamente com

seus fornecedores os produtos específicos de que necessita, desempenhando papel ativo nas inovações que implementa e não agindo apenas como receptora passiva das novas tecnologias.

Desenvolvimentos conjuntos entre as empresas alimentícias e a indústria de químicos e embalagens são essenciais para que se atinja um resultado positivo e todos possam auferir ganhos com as inovações. Entretanto, na *Pintec 2008*, as empresas alimentícias afirmaram que foram responsáveis pelo novo produto em 80% dos casos. Por outro lado, 68% reconheceram a influência dos fornecedores e afirmaram que sua importância como fonte de informação para as inovações foi média/alta.

Outra tendência é a intensificação na associação entre alimentação e saúde. A crescente busca por dietas saudáveis desafia a indústria alimentícia a alterar a composição natural dos alimentos, seja via adição de compostos desejáveis, seja via supressão ou redução dos indesejáveis. O desafio é tornar os alimentos mais completos adicionando componentes como ômega 3, vitaminas e fibras nos que não os contenham ou aumentando a dosagem nos que os têm. Seguem essa tendência os alimentos funcionais, que contêm probióticos, imunopeptídeos, antioxidantes, isoflavonas, entre outras substâncias [Gouveia (2006)] e são capazes de combater o estresse, a insônia, a constipação, algumas doenças etc. Ou seja, em alguns desses casos o remédio pode ser substituído por um alimento funcional. Exemplos que foram muito bem-recebidos pelo mercado são os iogurtes e pães que preservam o trato digestivo. A pesquisa por esses componentes e pelas quantidades adequadas para que tenham efeitos benéficos ao ser humano e, ao mesmo tempo, sejam seguros é um desafio para a indústria.

Exemplos de redução ou supressão de compostos indesejáveis são a redução de sódio nos alimentos, prevista como nova exigência regulatória, e o desenvolvimento de carnes sem conservantes, consideradas mais saudáveis. A redução de sódio exemplifica bem como a regulação pode motivar a busca por inovações: exigirá enormes esforços da indústria de alimentos e da química (aditivos) na pesquisa de compostos mais saudáveis que não modifiquem os processos, a conservação e o sabor do alimento, uma vez que o hábito/a memória alimentar do brasileiro associa sabor a grandes quantidades de sal e açúcar.

Nos dois casos, os principais desafios são: conhecer as propriedades de substâncias presentes ou desejáveis nos alimentos e adicioná-las, preser-

vando suas propriedades benéficas, bem como características originais do alimento, tais como, sabor, textura, cor e estabilidade.

Os novos produtos/tendências citados são alvos das empresas que adotam estratégias de diferenciação. Pães e iogurtes funcionais, por exemplo, agregaram valor a alimentos tradicionais, reposicionando as vendas das empresas que os desenvolveram. O objetivo das firmas com essas inovações é se diferenciar, oferecer novos produtos a seus consumidores e, com isso, obter maiores margens de lucro. No Brasil, muitas empresas seguidoras ou imitadoras vêm investindo nesses desenvolvimentos buscando obter êxito com a estratégia de diferenciação. Contudo, nem todos os alimentos são facilmente imitados. A *first mover* para iogurtes funcionais permanece quase única no mercado, auferindo ganhos de uma posição quase monopolista com seu produto diferenciado.

A indústria alimentícia, neste estudo, é tratada como um conjunto homogêneo, porém, poderia ser segmentada por seus produtos diversos que estão em diferentes estágios de desenvolvimento. Os autores observaram que segmentos nascentes costumam ser intensivos em P&D e que, em seus estágios iniciais, são conduzidos pelas empresas de alimentos, muitas vezes, internamente. Caso recente é a estruturação da indústria de pescados provenientes da aquicultura. Muitas das espécies com expressivo potencial de mercado ainda têm seu processo de reprodução e nutrição e suas características genéticas desconhecidos. Nesses casos, a própria indústria processadora vem investindo internamente em P&D, ainda que sua aplicação seja agropecuária.

Com a maturidade tecnológica e com a emergência de um mercado relevante, empresas especializadas assumem as atividades de P&D e tornam-se fornecedores “baseados em ciência”. Exemplos disso são as empresas de sementes híbridas e transgênicas e as empresas de melhoramento genético de aves, suínos e bovinos.

A seguir, serão traçadas breves considerações sobre novas plataformas tecnológicas “baseadas em ciência”, que poderão ser importantes tanto para o setor agropecuário quanto para a indústria de alimentos.

Novas plataformas tecnológicas

Firmas de biotecnologia e de sementes estão na categoria de “baseados em ciência”, mas não são demandados diretamente pela indústria de alimen-

tos e sim pela agropecuária. Contudo, quem dita as regras ao setor agropecuário e exige a maioria de suas inovações é a indústria.

O desenvolvimento da biotecnologia moderna, isto é, o estudo da informação genética incorporando técnicas de DNA recombinante, impacta o complexo agroindustrial. As sementes transgênicas e o mapeamento genético de animais são resultados diretos de pesquisas em biotecnologia. Ela também contribui para maior padronização dos insumos que serão fornecidos à indústria, o que possibilita a automatização do processamento dos alimentos, permitindo a substituição da mão de obra em trabalhos repetitivos e desgastantes. Ou seja, a indústria alimentícia se beneficia dos ganhos de produtividade, qualidade e padronização do setor agropecuário advindos do desenvolvimento biotecnológico.

A indústria de alimentos também se beneficia diretamente do desenvolvimento da biotecnologia moderna, pois, por meio da modificação de organismos, pode, na lógica já citada da eliminação ou adição de componentes, elevar a quantidade de vitaminas de um alimento, por exemplo.

Outro ramo de pesquisa, ainda não explorado comercialmente, é a manipulação genética de animais e plantas para que expressem substâncias com uso medicinal. Exemplo disso são pesquisas realizadas para alterar geneticamente plantas para que expressem insulina para uso humano.

Já a nanotecnologia, estudo de manipulação da matéria em nanoescala (escala atômica), é outra tecnologia que pode contribuir para o desenvolvimento de diversos produtos inovadores no complexo agroindustrial. Uma vez que a redução do tamanho da partícula altera a interação das forças entre as moléculas de determinado material, essa tecnologia muda, consequentemente, seus potenciais efeitos sobre a saúde humana e a segurança dos processos. Contudo, sua utilização e suas consequências ainda estão sendo pesquisadas, são pouco conhecidas e, por isso, polêmicas. Nesse contexto, ainda não há legislação brasileira específica que normatize seu uso.

Em tese, o nanoencapsulamento poderia ser utilizado tanto na agropecuária quanto em processos industriais, embalagens microbianas etc. [Andef, Abag e FAO (2011)]. De acordo com Martins *et al.* (2008), as nanotecnologias poderiam ser aplicadas em alimentos funcionais, os quais responderiam às demandas fisiológicas e distribuiriam os nutrientes de forma mais eficiente. Outra possibilidade seria a customização do alimento

pelo próprio consumidor, por meio da adição de nanocápsulas com propriedades de sabor, nutrientes e cor em diferentes combinações. Processos de estabilização, como no caso das emulsões, poderiam ser conduzidos pela alteração do tamanho das partículas, permitindo, por exemplo, a redução de gordura.

Empresas dominadas pelo fornecedor – agropecuária

De acordo com Batalha (1995), o macrossegmento da agropecuária é responsável por produzir as matérias-primas que serão transformadas pela indústria. Pavitt (1984), em sua taxionomia, classifica a agricultura (e, por extensão, também a pecuária) como exemplo de setor dominado pelos fornecedores.

Tal como descrito por Pavitt para os setores dominados pelos fornecedores, as empresas agropecuárias são em geral pequenas, pois, embora produzam *commodities*, as barreiras à entrada de concorrentes não são tão altas como em outros setores. Esse fato decorre do caráter social da agropecuária, que, ao ser amparada por políticas públicas na maior parte dos países, permite a inclusão de pequenos produtores, mesmo sendo significativos os ganhos de escala.

As firmas do próprio setor investem pouco em P&D, sendo usuárias das inovações introduzidas por seus fornecedores, e, menos frequentemente, por seus clientes. Suas trajetórias tecnológicas são definidas pela redução do custo, embora seja possível agregar mais valor ao produto por meio do aprimoramento de sua qualidade. Vale lembrar que a estatística oficial brasileira referente à inovação, *Pintec*, não contempla as atividades agropecuárias.

Em geral, a participação das empresas agropecuárias no desenvolvimento de novas tecnologias de produto e de processo é pequena. As inovações que adota são desenvolvidas pelas empresas baseadas em ciência (genética, sementes, defensivos e máquinas e equipamentos), com base em suas necessidades e interação com o elo dinâmico da cadeia (indústrias de processamento, como a alimentícia), que define as características do produto agropecuário desejado.

As poucas inovações desenvolvidas pelas empresas agropecuárias normalmente se limitam ao processo (entendido, nesse setor, como “manejo agropastoril”), muitas vezes em conjunto com institutos de pesquisa e de extensão rural. As empresas podem participar também mais ativamente da

fase de estruturação de uma nova atividade, em geral em parceria com a indústria, como no caso já mencionado da aquicultura.

As inovações de processo desenvolvidas pelas empresas agropecuárias visam, primordialmente, ao aumento da produtividade dos fatores de produção (salários, terras, máquinas) e, conseqüentemente, à redução do custo médio de produção.

Assim, embora uma proporção elevada das inovações de produto e processo seja produzida por outros setores, a agropecuária, como *locus* de sua adoção e difusão no mercado, é essencial no processo de desenvolvimento econômico e de mudança social.

Fornecedores especializados de equipamentos

As inovações de processo são muito importantes na indústria de alimentos: como afirmado, representaram em torno de 55% das inovações implementadas. Convém esclarecer que a aquisição de máquinas e equipamentos, considerados novos produtos para as empresas de maquinário, representam inovações de processo para a indústria alimentícia.

Do total de inovações de processo, 91% eram novidades apenas para a empresa, das quais 62%, aprimoramentos de processos já existentes. Em relação às inovações para o mercado nacional, mas já existentes no mundo, 90% eram processos completamente novos para a empresa. Apenas 0,05% das inovações eram novas em escala global, valor ainda inferior ao das inovações de produto.

As firmas inovadoras buscam maquinários modernos que permitam reduções de custos de produção, aumento da escala produtiva, novas soluções tecnológicas etc. Inovações de processo são importantes para qualquer firma, mas são particularmente importantes para as que adotam estratégias de custo. Das firmas alimentícias inovadoras que responderam à *Pintec 2008*, 55% afirmaram que o impacto das inovações em seus custos de produção teve relevância média/alta.

Apesar de mais uma vez a inovação não estar propriamente na indústria de alimentos, as empresas devem ter ou desenvolver capacitações para utilizar os equipamentos de forma adequada, propor melhorias e até desenvolvê-los conjuntamente com os fornecedores de bens de capital, de acordo com suas demandas específicas. Para isso, é necessário que a firma estabeleça um

processo interativo de aprendizagem com seus fornecedores. No entanto, diferentemente das inovações de produto, as firmas inovadoras afirmaram na *Pintec 2008* que 83% de suas inovações de processo foram desenvolvidas por outras empresas e apenas 13% pelas próprias firmas de alimentos. Ou seja, elas não desempenharam papel ativo nesse desenvolvimento, apenas adquiriram o equipamento.

Alguns equipamentos demandados pela indústria de alimentos são maquinários-padrão, de empresas intensivas em escala, mesma categoria na qual a indústria alimentícia se enquadra, e não fornecedores especializados. A produção deles é em grande escala, em série, sem customização às necessidades do cliente, ou seja, ofertam produtos padronizados para determinadas características de matéria-prima. Como as matérias-primas da indústria de alimentos são, além de perecíveis, muito diversas, quase sempre é necessário que a empresa implemente adaptações no maquinário-padrão de forma a atender a suas necessidades. Essas adaptações não são triviais, exigem fundamentação técnica, pessoal experiente e muitos testes, e são conduzidas pela própria empresa de alimentos, ainda que em parceria com o fornecedor. Assim, a pesquisa adaptativa é frequente e muito importante na indústria de alimentos.

Apesar de menos comuns, há também maquinários especializados, produzidos sob encomenda para empresas com características produtivas específicas. Nesse caso, espera-se maior interação e aprendizado entre fornecedor e empresa alimentícia demandante.

Também existem equipamentos modulares: novos módulos são acoplados na máquina de acordo com o produto, os objetivos e as necessidades da firma alimentícia. Poderiam ser considerados semiespecializados, entre os equipamentos-padrão e os sob encomenda.

De acordo com a *Pintec 2008*, 23% das firmas alimentícias que inovaram receberam algum apoio do governo, seja via incentivo fiscal, subvenção econômica ou financiamento. Desse total, 77% receberam financiamentos para a aquisição de máquinas e equipamentos inovadores.

Atividades de P&D, internas e externas, foram consideradas pouco importantes por, respectivamente, 90% e 94% das empresas alimentícias que informaram inovar na *Pintec*. Já a aquisição de máquinas e equipamentos foi considerada de alta importância para 65% das firmas, que, como afirmado, em muitos casos, apenas adquirem a máquina inovadora.

Para o setor de alimentos brasileiro, P&D e estreitamento de relações com centros de pesquisa foram reportados na *Pintec* como pouco importantes: 82% das firmas responderam que universidades e outros centros de ensino superior não foram relevantes como fontes de informação para suas inovações. Já feiras e exposições, bem como treinamentos, foram considerados de alta/média importância para 56% das empresas. Muitas das inovações de produto ou melhorias de processo surgem no “chão de fábrica”. A despeito dessa característica, a atividade de P&D, sobrevalorizada na literatura econômica, também tem sua importância e vem sendo subvalorizada pelas empresas nacionais de alimentos. Segundo a *Pintec 2008*, cerca de 5% dos funcionários das empresas alimentícias inovadoras estão ocupados – parcialmente ou em dedicação exclusiva – em atividades internas de P&D, enquanto na indústria de transformação o percentual é bastante superior: 16%.

Christensen, Rama e Von Tunzelmann (1996), ao estudarem as grandes empresas de alimentos e bebidas no mundo, concluíram que elas realizam investimentos vultosos em P&D não apenas em produtos novos e aprimorados, como também em ingredientes diversos produzidos com seus fornecedores e em maquinários utilizados em seus processos produtivos. De acordo com Domingues (2008, p. 4), “as estratégias em vigor têm revelado um posicionamento ativo e dinâmico, derrubando a barreira da passividade”. Entretanto, esta ainda não é a realidade da indústria nacional de alimentos.

O apoio do BNDES à inovação

Como já abordado, a inovação pode ser considerada um processo sistêmico. Parte fundamental desse sistema são as fontes de financiamento [Chesnais e Sauviat (2005)]. Assim, a atuação do BNDES é importante não apenas para a inovação em si, como também para investimentos de longo prazo em equipamentos, infraestrutura e capacitação das empresas.

O apoio do BNDES à inovação parte de uma estratégia transversal que busca privilegiar todos os setores da economia, até mesmo os considerados de baixa e média tecnologia nas abordagens tradicionais de inovação. Seu objetivo é fomentar e apoiar operações associadas à formação de capacidades e ao desenvolvimento de ambientes inovadores, com o intuito de gerar valor econômico ou social e melhorar o posicionamento competitivo das empresas, contribuindo para a criação de empregos de melhor qualidade,

o aumento da eficiência produtiva, a sustentabilidade ambiental e o crescimento sustentado do país.

Como tratado na metodologia das pesquisas oficiais, a aquisição de equipamentos é um dos componentes de inovação na empresa. Seu financiamento, bem como o de ativos complementares (tais como infraestrutura produtiva), é tradicionalmente apoiado pelo BNDES. Ademais, o Banco sempre apoiou, sendo um de seus itens financiáveis, as atividades de pesquisa e desenvolvimento das empresas em suas linhas convencionais de apoio à capacidade produtiva. No entanto, como esse apoio se dava no contexto de projetos maiores, que incluíam outras atividades e finalidades, os valores aportados em inovação não eram contabilizados separadamente. A seguir são destacados eventos do histórico do Banco de apoio à inovação.

Nos anos 1990, o BNDES criou programas e fundos destinados a empresas de base tecnológica. Já na década seguinte, ampliou seu apoio à inovação via participação em fundos de *venture capital*. Destaca-se que o BNDES passou a considerar a inovação como um tema transversal, apoiando-a em todas as empresas, independentemente de seu porte ou setor de atuação.

Em 2008, foi constituído o Fundo Mútuo de Investimento em Empresas Emergentes (Criatec), fundo de capital semente que visa oferecer suporte financeiro e gerencial a empresas nascentes com potencial inovador. No ano de 2009, o Cartão BNDES anunciou a inclusão de financiamento a diversos serviços de pesquisa, desenvolvimento e inovação prestados por fornecedores cadastrados.

Já em 2012, a linha BNDES Inovação passou a apoiar, nas mesmas condições financeiras, iniciativas de capacitação para inovar e de desenvolvimento de novos produtos e/ou processos.

Por meio de suas linhas específicas à inovação e do Fundo Tecnológico (Funtec),⁷ o BNDES apoiou projetos do complexo agroindustrial. Entre 2008 e 2012, o Banco contratou 11 operações de financiamento em inovação (excluindo papel, celulose e bebidas), totalizando R\$ 125,3 milhões. Considerando-se o apoio total do BNDES à inovação, foram financiadas 609 operações em um total de R\$ 6.685 milhões no mesmo período.⁸ Esse

⁷ Fundo não reembolsável para apoio de projetos tecnológicos e estratégicos desenvolvidos por instituições científicas e tecnológicas sem fins lucrativos em parceria com universidades. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/funtec.html>.

⁸ Esses valores excluem as operações da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Cartão BNDES.

volume de projetos e de recursos financeiros aportados em inovação no agronegócio, correspondente a menos de 2% do total, ainda é muito tímido se comparado à importância do setor na economia brasileira e a seu potencial de reposicionamento no mercado global. Para que as empresas nacionais possam se apropriar de todo o valor potencial que pode ser gerado em suas atividades produtivas, a inovação deve se incorporar cada vez mais a suas capacitações e o apoio do BNDES pode viabilizar iniciativas com essa finalidade.

Considerações finais

O desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias são essenciais para o progresso técnico, para mudanças estruturais e, por conseguinte, para o desenvolvimento econômico e social dos países.

Em uma ótica microeconômica, as empresas buscam inovar para adquirir posições de monopólio ou lucros extraordinários temporários, para se reposicionar ou permanecer no mercado.

O complexo agroindustrial (CAI) é tradicionalmente muito importante para a economia brasileira, sendo significativa sua participação no PIB nacional. No elo de produção agropecuária, o país vem se mostrando bastante competitivo. Já no processamento de alimentos, não se observa o mesmo êxito relativo: são poucas as empresas competitivas em escala mundial perante o potencial existente.

Por meio da taxonomia de Pavitt (1984) e de abordagens evolucionistas e neoschumpeterianas, este artigo analisou a dinâmica das inovações na indústria de alimentos, confrontando as teorias com dados empíricos da *Pintec 2008*. Ainda como suporte à análise, foram discutidas as possíveis estratégias competitivas [Porter (1947)] e tecnológicas [Freeman e Soete (1997)] da indústria de alimentos brasileira.

Na classificação de Pavitt (1984), a indústria alimentícia foi incluída entre os setores “intensivos em escala”, enquanto firmas de química e parte da indústria de embalagens foram consideradas “baseadas em ciência”. Máquinas sob encomenda foram enquadradas como “fornecedores especializados de equipamentos” e as seriadas/padronizadas, na categoria de “intensivos em escala”. A agropecuária foi classificada como “dominada por fornecedores”, por ser usuária das inovações desenvolvidas por seus fornecedores,

muitas vezes “empresas baseadas em ciência”. Ainda nesse caso, a agropecuária ocupa papel central no processo inovativo como *locus* da introdução e difusão do produto ou processo desenvolvido.

As empresas alimentícias podem adotar as três estratégias propostas por Porter (1947), em função das características de mercado de seus produtos específicos. Já quanto à classificação proposta por Freeman e Soete (1977), verifica-se maior ocorrência das estratégias defensiva e imitativa entre as empresas brasileiras, apesar de haver firmas atuando segundo todas as demais.

Apesar de a indústria de alimentos ser tradicionalmente considerada pouco inovadora, de acordo com os dados da *Pintec 2008*, no Brasil ela inova tanto quanto a indústria de transformação. Das inovações implementadas, 45% foram de produto e 55% de processo. As primeiras são importantes para as firmas que adotam estratégias de competição por diferenciação.

A maior parte das inovações não representou novidade para o mercado estrangeiro, tampouco para o nacional: foram inovações apenas para as próprias firmas, fato condizente com as estratégias tecnológicas predominantes na indústria alimentícia brasileira. Um regime de apropriabilidade relativamente fraco e uma demanda rígida a mudanças podem ser indícios que explicam esse fato.

Ainda que recentemente os consumidores tenham adotado novos hábitos alimentares e buscado novos produtos, como os *light*, saudáveis, semiprontos e funcionais, via de regra eles são pouco receptivos a mudanças em sua dieta alimentar. A globalização, a redução no preço dos alimentos, o aumento da quantidade de pessoas que viajam e conhecem outras culturas e culinárias vêm estimulando o aumento da demanda por novidades. A rigidez do padrão de consumo, característica do setor alimentício, poderia, em parte, justificar o grande número de produtos inovadores apenas no âmbito da firma. As empresas arriscam menos, pois encontram resistência em sua demanda, preferindo, assim, copiar produtos já introduzidos e apreciados pelo mercado.

As inovações na indústria de alimentos são relativamente fáceis de serem imitadas, pois as tecnologias não são tão complexas e o sistema de propriedade intelectual é pouco eficaz. Ou seja, o regime de apropriabilidade do setor pode ser considerado fraco. Vale ponderar que alimentos processados por firmas diferentes nunca são iguais; com isso, as empresas conseguem associá-los a marcas e diferenciá-los. Esse é o caso de alguns iogurtes fun-

cionais, que, como afirmado, têm sido pouco copiados, e das fórmulas de produtos, como a Coca-Cola. Todavia, mesmo para desenvolver cópias, as firmas devem ser capacitadas, pesquisar, realizar testes, alocar recursos humanos e financeiros etc. De acordo com Dosi (1988, p. 20):

Em geral, deve-se notar que a natureza parcialmente tácita do conhecimento inovativo e suas características de apropriabilidade privada parcial tornam as imitações, tanto quanto as inovações, um processo criativo, que envolve busca, a qual por sua vez não é distinta da busca por desenvolvimento “novo”, que é economicamente custosa – algumas vezes ainda mais custosa que a inovação original. Isto se aplica tanto para inovações patenteadas quanto para as não-patenteadas.

Por isso, cumulatividade, aprendizagem e *path dependence* são importantes: em função da tecnologia a ser copiada, a firma pode não deter ativos suficientes para o desenvolvimento da imitação.

A literatura tradicional salienta a importância de P&D nas empresas inovadoras. No entanto, enfatizou-se neste artigo que a intensidade do processo de P&D pode divergir nos setores, tecnologias, empresas. Na indústria de alimentos, o *learn by doing*, os conhecimentos tácitos e o aprendizado via interação com fornecedores e consumidores são fundamentais, tão ou mais importantes do que a pesquisa e o desenvolvimento. Apesar dessa característica do setor, o nível de P&D interno das firmas nacionais ainda é bastante inferior ao das grandes empresas globais e os esforços de capacitação, muito tímidos.

Além de investimentos em P&D, é necessário que a indústria de alimentos brasileira intensifique sua relação com fornecedores de máquinas e equipamentos, com a indústria química e de embalagens e com os institutos de pesquisa, pois esses são atores fundamentais no processo inovativo. As empresas nacionais precisam ser mais ativas nessas parcerias. A constante pesquisa adaptativa de máquinas e equipamentos também é fundamental para suas estratégias competitivas e precisa ser estimulada nas empresas brasileiras, que informaram à *Pintec 2008* participar em apenas 13% de suas próprias inovações de processo.

Outro ator importante nos processos de interação e aprendizagem da indústria alimentícia são seus consumidores. Os departamentos de *marketing* são imprescindíveis, pois são os primeiros a perceber as tendências de mercado. Propaganda, *marketing* e a marca são competências complementares funda-

mentais nessa indústria. A confiança que o consumidor deposita na qualidade do alimento, avaliada pela marca, pelos selos de certificação e pelas denominações de origem, é importante no momento de decidir pela compra de um produto. Por isso, a marca é uma barreira à entrada de novas empresas e são vultosos os investimentos das firmas de alimento nesse ativo.

A carência de maior grau de ineditismo na indústria alimentícia brasileira relatada na *Pintec* contribui para revelar as estratégias adotadas pela maior parte das empresas nacionais: imitativa e defensiva. A maioria das firmas inovadoras considerou o processo de P&D pouco importante para o setor – ao contrário da compra de máquinas e equipamentos – por representarem melhorias nos métodos de produção.

Em suma, as empresas brasileiras de alimentos ainda inovam pouco em volume de recursos humanos e financeiros e, em termos qualitativos, poderiam agregar mais valor a seu *portfólio*, assumindo posição de liderança tecnológica.

Como o financiamento é essencial para viabilizar o processo inovativo, pelo lado financeiro, as empresas brasileiras podem contar com o apoio de instituições públicas de fomento, entre elas o BNDES. O Banco busca estimular a prática inovadora nas firmas por meio de linhas de crédito específicas e por meio de participação no risco de empresas inovadoras, diretamente ou por intermédio de sua participação em fundos. Para isso, apoia a inserção de novidades que reposicionem a empresa em seu mercado, que sejam estratégicas para o setor no país ou que representem esforços inovadores, bem como apoia a busca por aprendizados e capacitações relevantes. Como visto no artigo, as curvas de aprendizagem, a cumulatividade e *path dependence* são determinantes na dinâmica inovativa.

Considerando-se a importância da indústria de alimentos como elo dinâmico do processo inovativo em todo o complexo agroindustrial e seu histórico pouco inovador no Brasil, os desafios para que o país supere o *gap* existente e domine determinadas tecnologias no atual paradigma tecnológico são grandes. Capacitações e conhecimentos necessários para aproveitar oportunidades em caso de mudanças paradigmáticas representam um desafio ainda maior. Portanto, para que a indústria de alimentos brasileira possa ocupar o lugar de liderança compatível com seu nível de produção agropecuária, é preciso que as empresas nacionais redirecionem suas estratégias tecnológicas para defensiva e ofensiva, capacitem-se e desenvolvam soluções em parceria com fornecedores e institutos de pesquisa.

O presente estudo não esgota o tema da inovação no complexo agroindustrial. Dentre as lacunas identificadas pelos autores, destacam-se o detalhamento do papel agropecuário na introdução e difusão tecnológica e a análise das dificuldades encontradas pelas empresas processadoras de alimentos em implementar e difundir suas inovações. Como o artigo aborda a indústria de alimentos como um agregado homogêneo, seria desejável o mapeamento das oportunidades tecnológicas por segmento.

Referências

ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. O Setor em Números. Disponível em: http://abia.org.br/vst/o_setor_em_numeros.html. Acesso em: 15 mar. 2013.

ANDEF/ABAG/FAO – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL/ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AGRONEGÓCIO/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Alimentos: Produzir mais e melhor. Para um futuro sustentável. In: III FÓRUM INOVAÇÃO – AGRICULTURA E ALIMENTOS PARA O FUTURO SUSTENTÁVEL, São Paulo, 2011.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/7e3240004745973a9f82df3fbc4c6735/rdc_18.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 19 mar. 2013.

BATALHA, M. As cadeias de produção agroindustriais: uma perspectiva para o estudo das inovações tecnológicas. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 43-50, out.-dez. 1995.

BEDNARZ, A. IBM unveils R&D consulting practice. *NetworkWorld.com*, 14 jun. 2006. Disponível em: <<http://www.networkworld.com/news/2006/061406-ibm-consulting-services.html>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

BURGELMAN, R.; ROSENBLOOM, R. Technology Strategy: an evolutionary process perspective. In: BURGELMAN, R. A.; CHESBROUGH, H. (Eds.) *Research on Technological innovation, management and policy: a research annual*. Amsterdã: JAI Press, v. 4, p. 1-23. 1989

CABRAL, J. *Patterns and Determinants of Technological Innovation in the Brazilian Food Industry*. Tese (Doutorado em Economia Industrial e da Tecnologia) – Department of Agricultural and Food Economics, University of Reading, Londres, 1999.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. PIB do Agronegócio – Dados de 1994 a 2011. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 15 de mar. 2013.

CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. O Financiamento da Inovação no Regime Global de Acumulação Dominado pelo Capital Financeiro. In: LASTRES, H.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Eds). *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ/Contraponto, 2005.

CHRISTENSEN, J. Asset Profiles for Technological Innovation. *Research Policy*, v. 24, p. 727-745, 1995. In: CABRAL, J. *Patterns and Determinants of Technological Innovation in the Brazilian Food Industry*. Tese (Doutorado em Economia Industrial e da Tecnologia) – Department of Agricultural and Food Economics, University of Reading, Londres, 1999.

CHRISTENSEN, J.; RAMA, R.; VON TUNZELMANN, N. Innovation in the European Food Products and Beverage Industry: *Industry Studies of Innovation of CIS data*, European Commission Project 94/111, EIMS Publication, n. 35, 1996.

CONCEIÇÃO, J. Radiografia da Indústria de Alimentos no Brasil: identificação dos principais fatores referentes à exportação, inovação e ao *food safety*. *Texto para discussão n. 1.303 – Ipea*, set. 2007.

DOMINGUES, S. *A indústria de alimentos e bebidas no Brasil: uma análise da dinâmica tecnológica e das estratégias de inovação de suas empresas entre 1998 e 2005*. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, p. 147-162, Brighton, 1982.

_____. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. XXVI, p. 1.120-1.171, set. 1988.

FREEMAN, C. *The economics of industrial innovation*. Londres: Francis Pinter, 1982.

FREEMAN, C.; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997.

GOUVEIA, F. Indústria de Alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. *Inovação Uniemp*, v. 2, n. 5, Campinas, nov.-dez. 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2008 (Pintec 2008)*. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br>>. Acesso em: dez. 2011.

KUPFER, D. Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, 1996.

LUNDVALL, B. Innovations as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. *Revista Brasileira da Inovação*, Rio de Janeiro, 8 (1), jan.-jul. 2009.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological Regimes and Patterns of Innovation: A Theoretical and Empirical Investigation of the Italian Case. In: HEERTJE, A.; PERLMAN, M. (Eds.). *Evolving Technology and Market Structure*. Ann Arbor: Michigan University Press, 1990. P. 283-306

_____. *Technological Regimes and Firm Behavior, Industrial and Corporate Change*, 2, 45-74, 1993.

_____. Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and corporate change*, Oxford University Press, v. 6, n. 1, 1997.

MARTINS, P. R. *et al.* Nanotecnologias na Indústria de Alimentos. CD-ROM VI Ciclo de Debates em Economia Industrial, Trabalho e Tecnologia – EITT - São Paulo, PUC, p. 1-15, 2008.

MOURA, D. *Dinâmica Tecnológica no Agronegócio Brasileiro: uma análise de alguns indicadores de capacitação tecnológica de empresas privadas de sementes*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2003.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

PORTER, M. *Estratégia Competitiva – Técnicas para a análise de indústrias e da concorrência* (1947). Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

SCHUMPETER, J. *Business Cycles – A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*, 1939. Disponível em: <http://docenti.lett.unisi.it/files/115/17/2/1/BusinessCycles_Fels.pdf>. Acesso em: jan. 2013.

_____. *Teoria do Desenvolvimento Econômico – Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico* (1911). São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Coleção Os Economistas).

SOETE, L. A General Test of Technological Gap Trade Theory. S/l: *Weltwirtschaftliches Archiv*, v. 117, n. 4, 1981.

TEECE, D. As aptidões das empresas e o desenvolvimento econômico: implicações para as economias de industrialização recente. In: KIM, L.; NELSON, R. (Orgs.). *Tecnologia, Aprendizado e Inovação: as experiências das economias de industrialização recente*. Editora Unicamp: Campinas, 2005.

TIGRE, P. Inovação e Teoria da Firma em Três Paradigmas. *Revista de Economia Contemporânea*, n. 3, jan.-jun. 1998.

TOWNSEND, J. *et al.* Science and Technology Indicators for the UK – Innovations in Britain since 1945. *SPRU Occasional Paper*, n. 16, 1981.

Sites consultados

AGROSTAT BRASIL – ESTATÍSTICAS DE COMÉRCIO EXTERIOR DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO – <sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>.

EUROSTAT – EUROPEAN COMMISSION STATISTICS – <epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>.

Produção leiteira no Brasil

Guilherme Baptista da Silva Maia

Arthur de Rezende Pinto

Cristiane Yaika Takaoka Marques

Fábio Brener Roitman

Danielle Didier Lyra*

Resumo

O objetivo deste artigo é caracterizar a produção primária de leite no Brasil. A produção mais do que quadruplicou desde 1974, embora a produtividade tenha permanecido em patamares aquém da observada em outros países. Neste estudo, analisa-se o perfil dos estabelecimentos produtores de leite, destacando a importância daqueles com pequena e média escala de produção. Por meio de um exercício empírico, encontram-se indícios de que um número menor de estabelecimentos de laticínios atuando em um determinado município está associado a um menor preço do leite recebido pelos produtores locais. Discutem-se também formas de apoio, organização e estratégias do produtor de maneira a elevar a produtividade e aumentar sua renda.

* Respectivamente, gerente, economista, administradora, economista e administradora do Departamento de Suporte aos Programas Agropecuários da Área Agropecuária e de Inclusão Social do BNDES.

Introdução

O setor produtor de leite foi marcado pela intervenção governamental até os primeiros anos da década de 1990 [Carvalho (2010)]. Os preços dos produtos lácteos eram controlados pela Comissão Interministerial de Preços (CIP) e definidos aos produtores. A renda obtida pelo produtor oscilava de acordo com a sazonalidade da produção, mas estava, de alguma maneira, protegida pelo regime de fixação de preços. A abertura comercial e a estabilidade de preços formaram um novo cenário, em que o preço do leite passou a ser definido pela interação entre oferta e demanda.

O presente artigo pretende caracterizar a produção de leite nos estabelecimentos agropecuários brasileiros, discutindo sua evolução, sua distribuição regional e a comercialização com as empresas de laticínios. Por meio de um exercício empírico, busca-se investigar a relação entre o padrão de concorrência local, o poder de mercado e os preços recebidos pelos produtores locais. São discutidas algumas formas de apoio a cooperativas e produtores de maneira a elevar a produtividade e aumentar a renda destes.

O trabalho se estrutura da seguinte forma: além desta seção introdutória, há uma segunda seção, em que são descritos aspectos que normatizam a produção de leite no Brasil. Nas três seções seguintes, caracterizam-se a produção de leite de vaca, o perfil dos produtores de leite no país e a inserção no mercado internacional do setor. Na sexta seção, um exercício econômico estima como o número de compradores afeta o preço do leite. Nas últimas seções, expõe-se o apoio governamental, incluindo o do BNDES, ao setor e se tecem alguns comentários finais.

Produção leiteira: aspectos normativos

O primeiro marco de organização da produção leiteira data de 29 de março de 1952, quando Getúlio Vargas assinou o Decreto 30.691, aprovando o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), aplicado nos estabelecimentos que realizam comércio interestadual ou internacional, tornando obrigatória à pasteurização, bem como a inspeção e o carimbo do Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Esse decreto representou um dos principais marcos na busca pela qualidade da produção do leite no Brasil e está em vigor até os dias atuais. Nesse decreto, foram definidas as classificações a seguir:

1. Finalidade: (i) leite de consumo em espécie ou *in natura*; (ii) leite para fins industriais; e (iii) leite destinado a sorveterias, confeitarias, padarias e estabelecimentos congêneres.
2. Espécie produtora: o leite pode ser de vaca, de cabra, de ovelha, de búfala e de outras espécies domésticas.
3. Teor de gordura: (i) integral; (ii) padronizado (teor de gordura ajustado a 3%); (iii) magro/semidesnatado (teor de gordura no intervalo de 2% a 3%); e (iv) desnatado (isento de gordura).
4. Tratamento: (i) cru (aquele que foi ou não submetido, no todo ou em parte, às operações de filtração, refrigeração, congelamento ou preaquecimento); (ii) pasteurizado (é o submetido às operações de filtração e de aquecimento – na qual o leite é elevado a uma temperatura de 74°C por 16 segundos e em seguida há uma refrigeração para 4°C, sendo necessária a conservação dessa temperatura até o consumo –; agregadas a outras técnicas necessárias a seu preparo, transporte e distribuição, tornam possível maior durabilidade e destruição de micro-organismos prejudiciais à saúde); (iii) constituído (é o produto resultante da dissolução em água do leite em pó adicionado ou não de gordura láctea, até atingir o teor gorduroso fixado para o respectivo tipo, seguido de homogeneização e pasteurização); (iv) posteriormente ao Decreto 30.691, foi introduzido o ultrapasteurizado/UHT (Ultra High Temperature) (é o submetido a um processo no qual a temperatura do leite é elevada a 147°C, por 16 segundos, e em seguida, rebaixada para 20°C; depois, mantém-se o leite em observação por até sete dias antes de sua comercialização).

Este último é o sistema utilizado nos leites longa vida, já que permite a conservação do produto por até seis meses em embalagem e temperatura adequadas. Para fins de comercialização, é considerado clandestino o produto que não passa pelo processo de pasteurização ou de UHT.

O decreto de 1952 introduziu, ainda, a classificação dos leites em tipos A, B e C em função das condições sanitárias de sua obtenção, processamento, comercialização, durabilidade e contagem microbiana. Suas principais características, segundo Brasil (2009), são:

1. Leite tipo A: leite produzido com alta exigência sanitária, é retirado pela ordenha mecânica, indo direto para um tanque, onde é aquecido

até 70°C-75°C e depois resfriado. Os processos de produção, beneficiamento e envasamento são realizados em estabelecimento denominado “granja leiteira”, e o contato humano é minimizado, garantindo, dessa forma, menor probabilidade de contaminação. Oferece um padrão microbiológico de até 10 mil bactérias/ml.

2. Leite tipo B: diferencia-se pelo fato de os processos de pasteurização e de envasamento poderem ser realizados em laticínio fora da fazenda. Assim, esse tipo de leite tem maior possibilidade de contaminação e menor durabilidade que o leite tipo A. Oferece um padrão microbiológico de até 50 mil bactérias/ml. Deve ser refrigerado logo depois da ordenha e atingir a temperatura máxima de 7°C até três horas depois de sua entrada no resfriador; além disso, deve permanecer na propriedade no máximo 48 horas desde a ordenha.
3. Leite tipo C: a ordenha pode ser manual ou mecânica. O leite pode ser armazenado em tanques não refrigerados antes de seguir para o laticínio onde será pasteurizado e envasado. Deve ser entregue no laticínio até às 10 horas da manhã do dia da ordenha. Oferece um padrão microbiológico de até 350 mil bactérias/ml.

O Riispoa foi parcialmente modificado algumas vezes desde sua publicação, e uma das mais importantes modificações foi introduzida em função da adesão do Brasil ao Mercado Comum do Sul (Mercosul). Considerando a necessidade de atualização e ajustes na legislação, em 1998, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) criou um grupo de trabalho formado por técnicos do governo e representantes de setores associados à cadeia do leite, com o objetivo de propor e articular ações necessárias à modernização e ao aumento da competitividade do setor de leite e derivados no Brasil. Essa comissão elaborou o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PMQL), culminando, em 1999, na publicação da Portaria 56 [Timm e Oliveira, s/d].

Como resultado, em setembro de 2002, foi publicada pelo Mapa a Instrução Normativa 51 (IN 51), aprovando os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite Tipo A, do Leite Tipo B, do Leite Tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado.

Em virtude da dificuldade do produtor de se adequar aos novos padrões, a Instrução Normativa 51 foi substituída pela Instrução Normativa 62, de 29

de dezembro de 2011 (IN 62). Essa instrução previa a extinção dos leites B e C, em virtude da baixa produção de leite B, passando ambos a ser identificados apenas como leite cru refrigerado [Guerra (2012)]. Posteriormente, foram ampliados os prazos para adequação dos produtores.

A produção de leite no Brasil

A produção de leite de vaca no Brasil cresceu a uma taxa relativamente constante desde 1974 até os dias atuais. Segundo dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE), o país saiu do patamar de 7,1 bilhões de litros de leite produzidos naquele ano, alcançando o de 32,1 bilhões de litros de leite em 2011 (crescimento superior a 350% no período).

Há décadas, a maior parte do leite produzido no país é oriunda da Região Sudeste. Entretanto, a região, que era responsável por mais da metade da produção nacional, em 1974, vem perdendo participação relativa e, em 2011, passou a responder por, aproximadamente, um terço do leite brasileiro. O Nordeste manteve sua contribuição estável (em torno de 13% da produção), enquanto as regiões Norte, Centro-Oeste e, sobretudo, a Região Sul ganharam participação. Esta última apresentou um salto de produção na década de 2000, chegando, em 2011, a 32% da produção nacional (Tabela 1).

Tabela 1 | Produção brasileira de leite e participação das regiões do país na produção

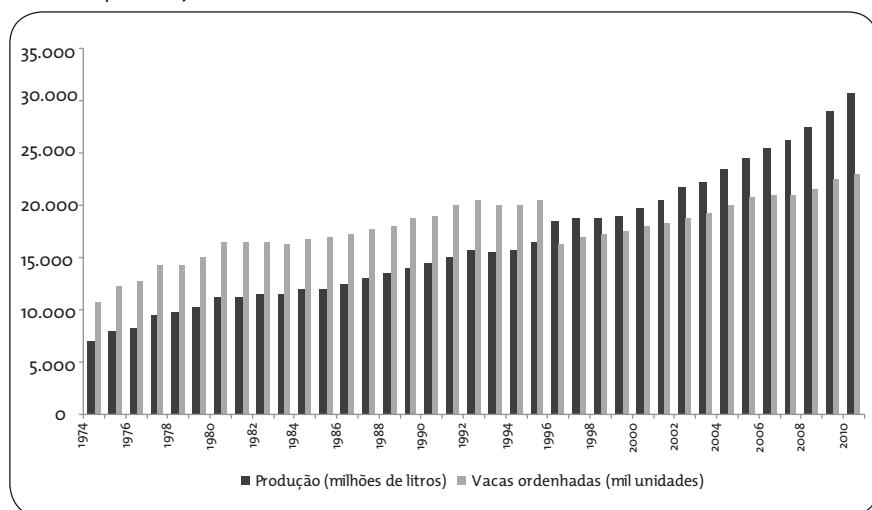
Ano	Produção de leite anual (bilhões de litros)	Norte (%)	Nordeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)	Centro- Oeste (%)
1974	7,1	1	13	54	23	9
1980	11,2	1	14	51	23	11
1990	14,5	4	14	48	23	12
2000	19,8	5	11	43	25	16
2010	30,7	6	13	36	31	14
2011	32,1	5	13	35	32	15

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Pesquisa Pecuária Municipal.

O crescimento observado da produção de leite pode ser decomposto em dois componentes. O primeiro diz respeito ao aumento do número de vacas ordenhadas e, portanto, da capacidade produtiva. O segundo, ao crescimento da produtividade dos animais brasileiros.

O efetivo produtor de leite – que, em 1974, era de 10,8 milhões de vacas –, assim como a produção, cresceu até a primeira metade dos anos 1990. Contudo, entre os anos de 1992 e 1996 houve uma queda de 20,47 milhões para 16,27 milhões no número de vacas ordenhadas no Brasil. O efetivo só se restabeleceu em 2005 (20,62 milhões de vacas). Conforme se observa no Gráfico 1, essa diminuição do rebanho não comprometeu a produção; daí se deduz que o ganho de produtividade do setor foi o fator que sustentou o crescimento da produção.

Gráfico 1 | Produção de leite e efetivo de animais ordenhados



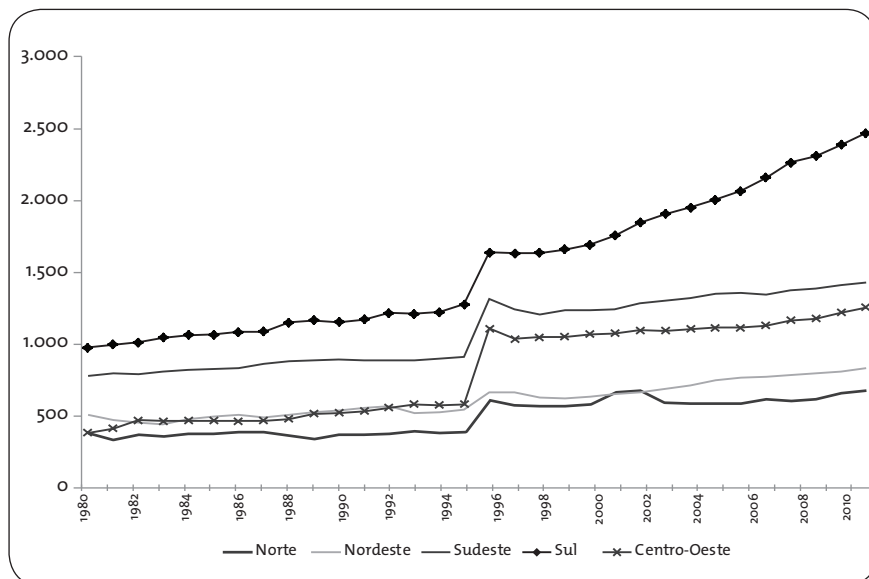
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Pesquisa Pecuária Municipal.

Verifica-se, por meio dos dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE), que uma vaca brasileira que produzia, em 1974, uma média de 655 litros de leite ao ano passou à produção de 1.381 litros ao ano, em 2011, confirmando o aumento de produtividade.

As regiões Sul e Centro-Oeste, que, conforme mencionado, obtiveram crescimento na participação na produção total de leite do país, merecem ainda outros destaques. Na primeira, observa-se, pelo Gráfico 2, que a produção de leite por vaca ordenhada é a maior do país. Além disso, desde meados da década de 1990, a taxa de crescimento da produtividade na Região Sul supera a de todas as outras. Já a Região Centro-Oeste passou de uma produtividade muito baixa, próxima às do Norte e do Nordeste nos anos 1980,

e experimentou, em 1995, um salto que a fez se aproximar da produção de leite por vaca alcançada pelo Sudeste (Gráfico 2).

Gráfico 2 | Produtividade das regiões do país (litros/vaca/ano)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Pesquisa Pecuária Municipal.

Outro aspecto importante para caracterizar a evolução da produção de leite no Brasil é analisar o comportamento do número de estabelecimentos agropecuários produtores. Entre 1996 e 2006, os dois últimos anos censitários, o número de estabelecimentos reduziu bastante, conforme Gomes (2009). De aproximadamente 1,8 milhão de estabelecimentos existentes em meados da década passada, mais de 450 mil não produziram leite em 2006. Todas as regiões brasileiras experimentaram a redução mencionada, mas a Região Sul, detentora da maior taxa de crescimento da produtividade, foi aquela onde se verificou maior queda no número de estabelecimentos produtores de leite (redução de cerca de 32% no período).

As informações mencionadas – crescimento da produção, elevação da produtividade e grande redução no número de estabelecimentos produtores de leite – sugerem que, dos 450 mil estabelecimentos que abandonaram a produção, grande parte é composta por pequenos produtores.

Perfil dos estabelecimentos produtores de leite

Nesta seção, expõem-se características dos estabelecimentos agropecuários produtores de leite. A análise é feita com base nos dados do último Censo Agropecuário, realizado em 2006.

A produção de leite está dispersa em estabelecimentos agropecuários bastante heterogêneos. Essa é a principal conclusão que se pode extrair do Gráfico 3 e da Tabela 2, que segmentam os estabelecimentos produtores de leite de acordo com o estrato de produção.

Os dados contidos na Tabela 2 indicam que, em 2006, cerca de 600 mil estabelecimentos produziam menos de dez litros de leite por dia. Esse número representa 45% dos estabelecimentos que produziam leite, conforme mostrado no Gráfico 3. Com baixa escala de produção, os estabelecimentos com produção diária inferior a dez litros respondiam por menos de 5% do total de leite produzido em 2006. Entre os estabelecimentos nesse estrato de produção, predominava a produção para autoconsumo. Cabe notar que a baixa escala de produção está associada à baixa produtividade. Os estabelecimentos com produção diária inferior a dez litros tinham uma produtividade, medida em produção por vaca, bem menor do que a média nacional.

Os estabelecimentos que produziam entre dez e cinquenta litros de leite por dia representavam cerca de 35% dos estabelecimentos produtores de leite e eram responsáveis por 21% da produção. Assim como os estabelecimentos com produção diária inferior a dez litros, aqueles que produziam entre dez e cinquenta litros de leite por dia tinham produtividade inferior à média nacional. Uma diferença é que quase a totalidade dos estabelecimentos cujo volume de produção se situava entre dez e cinquenta litros por dia comercializava sua produção.

Cerca de 230 mil estabelecimentos obtinham uma produção diária entre cinquenta e duzentos litros de leite. A importância destes para a produção nacional se devia menos à escala de produção e mais à quantidade de estabelecimentos nesse estrato de produção. Esses estabelecimentos respondiam por 39% do total de leite produzido em 2006. Em média, o número de vacas ordenhadas nos estabelecimentos desse estrato de produção era 21, o que ilustra que a escala de produção, se não era pequena, também não pode ser considerada grande. A produtividade dos estabelecimentos

com produção diária entre cinquenta e duzentos litros era muito próxima à média nacional.

Os estabelecimentos com produção diária maior ou igual a duzentos litros eram uma proporção pequena – cerca de 3% – dos estabelecimentos que produziam leite. Esses estabelecimentos eram responsáveis por 35% da produção de leite em 2006. A maior escala de produção está associada à maior produtividade. Em particular, os estabelecimentos com produção diária igual ou superior a quinhentos litros alcançavam uma produtividade duas vezes maior que a média nacional.

Tabela 2 | Estabelecimentos produtores de leite, por estrato de produção

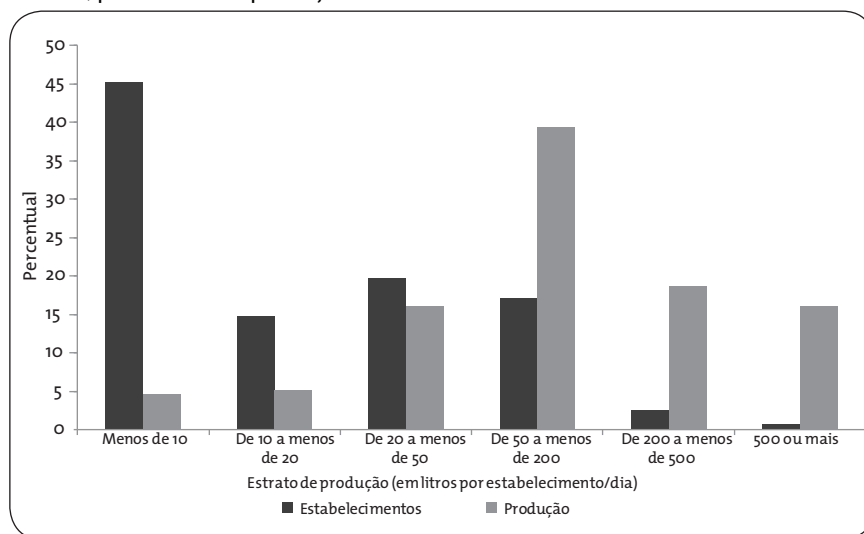
	Estrato de produção, em litros por estabelecimento/dia					
	Menos de 10	De 10 a menos de 20	De 20 a menos de 50	De 50 a menos de 200	De 200 a menos de 500	500 ou mais
Número de estabelecimentos que produziram	610.255	198.171	267.743	230.639	35.209	8.792
Número de estabelecimentos que não comercializaram	419.510	47	25	11	0	1
Média de vacas ordenhadas por estabelecimento	2,7	5,5	9,6	21,0	45,5	107,5
Produtividade média, em litros por vaca/ano	309	956	1.246	1.618	2.344	3.389

Fonte: Zoccal (2012), com base em dados do Censo Agropecuário 2006.

A análise por estrato de produção revela a importância de estabelecimentos com escalas de produção pequena e média na produção nacional de leite. Os dados relativos à agricultura familiar¹ apontam na mesma direção. Os estabelecimentos de agricultura familiar eram responsáveis por 58% do total de leite produzido em 2006.

¹ O conceito de agricultura familiar é definido pela Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, como o produtor que atende, simultaneamente, aos seguintes requisitos: (i) não possui área maior do que quatro módulos fiscais; (ii) utiliza preponderantemente mão de obra da própria família em seu estabelecimento; (iii) possui renda familiar originada primordialmente de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento; e (iv) dirige com sua família o estabelecimento.

Gráfico 3 | Distribuição percentual do número de estabelecimentos e da produção de leite, por estrato de produção



Fonte: Zoccal (2012), com base em dados do Censo Agropecuário 2006.

Na Tabela 3, são exibidos dados relativos à difusão de equipamentos e de técnicas nos estabelecimentos produtores de leite. A presença de tanque para resfriamento nos estabelecimentos permite conservar a qualidade do leite até seu transporte a uma unidade industrial.² A proporção de estabelecimentos produtores de leite que possuíam tanque para resfriamento era de 10,8% no país. Essa proporção pode ser considerada baixa, mesmo levando-se em conta que uma fração relevante dos estabelecimentos produzia leite para autoconsumo e que muitos estabelecimentos compartilhavam tanques – os chamados tanques comunitários. Destaca-se o percentual de estabelecimentos com tanque para resfriamento na Região Sul, bem maior do que o registrado nas demais regiões.

No âmbito do Censo Agropecuário 2006, alguns aspectos relacionados à produção de leite foram investigados somente em estabelecimentos com mais de cinco vacas ordenhadas. Por isso, na Tabela 3, mostra-se o percentual de estabelecimentos que usavam ordenha mecânica no universo daqueles em que havia mais de cinco vacas ordenhadas. Esse enfoque também se aplica

² Para o leite mantido resfriado no estabelecimento e transportado a granel, o tempo máximo entre a ordenha e o recebimento na unidade industrial é de 48 horas (Instrução Normativa 51 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

à inseminação artificial e à transferência de embriões. Como ordenha mecânica, inseminação artificial e transferência de embriões devem ser mais comuns em estabelecimentos com maior efetivo de vacas, é razoável inferir que, se a análise incluísse todos os estabelecimentos produtores de leite, os percentuais seriam menores do que os contidos na Tabela 3.

A ordenha de forma mecanizada, a inseminação artificial e a transferência de embriões contribuem para elevar a produção de leite por vaca. A proporção de estabelecimentos que adotavam essas técnicas, entre aqueles com mais de cinco vacas ordenhadas, era baixa no país. A maior penetração dessas técnicas na Região Sul deve ajudar a explicar por que esta é a região com maior produtividade na produção de leite.

Tabela 3 | Difusão do uso de equipamentos e de técnicas nos estabelecimentos produtores de leite – em percentual do número de estabelecimentos

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
Universo: estabelecimentos produtores						
Tanque para resfriamento	1,3	0,3	10,8	24,1	8,0	10,8
Universo: estabelecimentos produtores com mais de cinco vacas ordenhadas						
Ordenha mecânica	1,8	2,1	20,5	38,2	7,1	13,0
Inseminação artificial	2,6	3,5	9,6	22,3	4,7	7,6
Transferência de embriões	0,2	0,3	0,8	0,9	0,4	0,5

Fonte: Censo Agropecuário 2006.

A produção brasileira no contexto mundial

O Brasil foi, em 2010, o quinto maior produtor de leite do mundo, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Conforme exposto na Tabela 4, o país respondeu por 5,1% da produção mundial de leite. Esse volume de produção foi obtido por meio de um grande contingente de vacas e uma baixa produção de leite por vaca, isto é, baixa produtividade.

A produtividade brasileira, considerando os dez países com maior produção de leite mostrados na Tabela 4, superou apenas a registrada na Índia. Nos Estados Unidos, por exemplo, a produção de leite por vaca foi cerca de sete vezes maior do que no Brasil. Na interpretação desse diferencial de produtividade, é preciso levar em conta as especificidades

da estrutura produtiva brasileira, em que estabelecimentos com pequena escala de produção respondem por parcela significativa do leite produzido. De qualquer maneira, os números da Tabela 4 não deixam dúvida de que há espaço para elevar a produtividade do país na produção de leite.

Tabela 4 | Dez países com maior produção de leite – 2010

	Participação na produção mundial (%)	Produtividade (em tonelada por vaca)
Estados Unidos	14,6	9,59
Índia	9,1	1,28
China	6,0	2,88
Rússia	5,3	3,78
Brasil	5,1	1,34
Alemanha	4,9	7,08
França	3,9	6,24
Nova Zelândia	2,8	3,63
Reino Unido	2,3	7,61
Turquia	2,1	2,85

Fonte: FAOSTAT.

Apesar de ser o quinto maior produtor de leite do mundo, o Brasil apresenta déficit na balança comercial de leite industrializado. Dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) indicam que, em 2012, as importações de leite em pó³ somaram cerca de US\$ 354 milhões e as exportações não superaram US\$ 1 milhão.

Um dos óbices para ampliar a exportação de leite está relacionado à qualidade do produto, considerada inferior às da Argentina, do Uruguai, dos Estados Unidos e de países europeus [Costa (2011)]. A pequena parcela exportada é destinada, em sua maior parte, a países africanos e da América Latina, possivelmente em virtude da não conformidade aos padrões de qualidade quando comparado aos padrões americanos e europeus [Laboissière (2010)].

Mesquita (2005) *apud* Carvalho *et al.* (2007) aponta alguns desafios relacionados ao leite e sua qualidade: (i) o teor de sólidos do leite – por exemplo, o leite produzido em países como a Nova Zelândia tem cerca de 15% a

³ A maior parte do leite industrializado comercializado internacionalmente encontra-se na forma de leite em pó, que se conserva por mais tempo.

mais de sólidos em comparação ao leite brasileiro; e (ii) acordos sanitários e legislação interna, pois, apesar de o Brasil ter avançado no estabelecimento de acordos sanitários com países importadores, há ainda grande necessidade de conformidade às normas externas e o risco de problemas sanitários, como a febre aftosa, que interferem notavelmente na exportação.

Melhorias na qualidade podem ser esperadas pelo que está previsto na IN 62 e por meio de acordo firmado entre o governo e agentes do setor de laticínios. A indústria vai monitorar diretamente os produtores, estabelecendo processos de educação continuada para fazendeiros e cooperativas e praticando pagamento diferenciado para o produtor que oferecer o leite de melhor qualidade. Por sua vez, o ministério realizará a supervisão da cadeia produtiva, verificando a observância às normas e a efetividade do programa de educação continuada, aplicando multas/suspensões e denúncia contra fabricantes e produtores infratores.

Comercialização do leite entre produtores e laticínios

Nesta seção, discutem-se aspectos relacionados à venda do leite dos produtores primários para os laticínios, que o utilizam como insumo para a fabricação de produtos lácteos. É dada ênfase à estrutura de mercado e a como ela afeta o preço do leite transacionado.

É preciso destacar duas características do leite que têm impacto sobre a relação entre produtores e laticínios. A primeira é a homogeneidade: é baixa a capacidade de um produtor diferenciar o leite que produz.⁴ A segunda característica é a perecibilidade, que impõe que o leite seja transportado quase diariamente, em caminhões com tanques refrigerados, até o laticínio. Isso requer que o laticínio adquira leite de estabelecimentos agropecuários que estejam próximos. Por questões logísticas, as compras devem ser locais.

Ocorre que, em muitos casos, são poucos os laticínios em uma região. Às vezes, um laticínio pode ser o único comprador do leite produzido em uma região. Por outro lado, os dados mostrados na terceira seção indicam que há muitos estabelecimentos agropecuários que vendem leite, e o volume ofertado por cada um representa, em geral, uma pequena parcela do

⁴ Uma maneira de diferenciar o leite é aprimorar sua qualidade. Alguns laticínios exigem padrões mínimos de qualidade para adquirir o leite de um produtor.

volume total demandado pelo laticínio. Essas condições caracterizam um monopsonio (único comprador) ou um oligopsonio (poucos compradores).

Em um monopsonio ou oligopsonio, os compradores têm a capacidade de afetar o preço do bem variando a quantidade que demandam. Os vendedores, por outro lado, são tomadores de preço. Um resultado da teoria microeconômica estabelece que, em um monopsonio, o preço do bem é inferior àquele que seria vigente se o mercado fosse competitivo.

A análise que se segue busca investigar empiricamente se a existência de um monopsonio está associada a um menor preço do leite. Para tanto, será desenvolvido um exercício para verificar se existe relação entre a quantidade de laticínios que atuam em determinada localidade e o preço médio do litro de leite recebido pelo produtor.

A unidade de análise é o município, e os dados utilizados foram extraídos do Censo Agropecuário 2006, realizado pelo IBGE, e da relação de estabelecimentos beneficiadores⁵ de leite com cadastro no SIF, do Mapa, no ano de 2008.⁶ A análise vai recair sobre três grupos de municípios: (i) aqueles onde não há presença de laticínios; (ii) os que são sede de apenas um laticínio; (iii) os que dispõem de mais de um laticínio. Para dar maior fluidez ao texto, esses três grupos serão mencionados como *lat 0*, *lat 1* e *lat >1*, respectivamente.

As informações utilizadas são referentes a municípios pertencentes aos estados de Alagoas, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Paraná, Rio de Janeiro e Santa Catarina, por serem os estados para os quais os dados estavam disponíveis *on-line*. Cabe destacar que nos demais estados também há laticínios cadastrados.

O universo sob análise é composto de 2.388 municípios e 1.146 laticínios (presentes em 715 municípios).

⁵ Foram consideradas as seguintes categorias de estabelecimentos na área leite: fábrica de laticínios, usina de beneficiamento e posto de refrigeração. Por simplificação, os estabelecimentos enquadrados nessas categorias serão designados simplesmente pela palavra laticínios.

⁶ Os dados de estabelecimentos cadastrados no SIF estão disponíveis em: <http://comunidades.mda.gov.br/dotlrn/clubs/redestematicasdeater/cadeiadeleite2/contents/photoflow-view/index?keyword_id=890439>.

Tabela 5 | Perfil dos municípios em relação à presença de laticínios* registrados no SIF

UF	Municípios	Laticínios registrados	<i>lat 1</i>	<i>lat>1</i>
AL	102	8	6	1
CE	184	14	6	3
ES	78	29	23	3
MG	853	597	184	130
RJ	92	51	22	12
GO	246	159	68	37
MT	141	57	32	10
PR	399	141	88	23
SC	293	90	49	18
Total	2.388	1.146	478	237

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Mapa.

* A presença do laticínio em um determinado município foi considerada quando o logradouro associado ao número do registro no SIF pertencia ao município.

A maioria das empresas de laticínios está localizada nos estados de Minas Gerais, Goiás e Paraná. Entre os 715 municípios com presença de laticínios, aproximadamente um terço deles é do tipo *lat>1*.

Para verificar a relação de interesse do trabalho, é necessária a obtenção do preço médio do leite recebido pelos produtores de cada município. Essa informação não é diretamente observável nos dados agregados do Censo Agropecuário 2006, disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra). Mas é possível determiná-la indiretamente, por meio da razão entre o valor da produção de leite dos estabelecimentos do município e a quantidade total de leite produzida pelo mesmo município. O resultado indicará o preço médio do litro de leite no município.

O preço médio do litro de leite no universo de municípios pesquisados foi R\$ 0,480 em 2006. Em municípios *lat 1*, R\$ 0,437; em municípios *lat>1*, R\$ 0,442; e, em municípios *lat 0*, R\$ 0,498. O menor preço em municípios *lat 1*, *vis-à-vis*, municípios *lat>1* condiz com a hipótese sugerida. Contudo, à primeira vista, pode causar estranheza o maior preço médio ser encontrado no grupo *lat 0*. Nesse ponto, é importante atentar para o fato de que não é só o número de laticínios no município (ou região) que afeta o preço do leite. Se há outros fatores também importantes,

uma simples análise das médias do preço de leite capta também a influência de outras variáveis, que, em princípio, não são de interesse do trabalho. É como se a relação entre o preço e a quantidade de laticínios estivesse contaminada pela relação entre o preço e outros fatores.

Para minimizar esse problema, pode-se utilizar alguma metodologia que permita fazer a mesma análise das médias desenvolvida no parágrafo anterior, mas condicionando-a a alguns fatores que também podem estar relacionados ao preço do leite. Em outras palavras, se é possível, por exemplo, que a tecnologia empregada pelos produtores em um determinado município afete o preço do leite, é interessante analisar as médias de preço entre os municípios que tenham a mesma intensidade de uso de tecnologias. Por isso, optou-se, no exercício desenvolvido adiante, pelo uso da regressão linear.

Uma equação candidata a explicar as relações que influenciam o preço do leite é:

$$P_i = \alpha + \gamma_1 lat I_i + \gamma_2 lat > I_i + \beta X_i + \mathcal{E}_i \quad (1)$$

Na qual: P_i denota o preço médio do litro de leite no município i ; $lat I_i$ e $lat > I_i$, as *dummies* que identificam o tipo do município i ; X_i , um conjunto de variáveis, chamadas variáveis de controle, do município i que possam estar relacionadas ao preço do litro de leite do município i (e eventualmente ao número de laticínios presentes); e \mathcal{E}_i , um termo de erro que capta a relação entre o preço do litro de leite e todos os outros fatores do município i que não estão expressos na equação. O Quadro 1 e a Tabela 6 descrevem as variáveis que serão utilizadas na estimação da equação.

Quadro 1 | Descrição das variáveis utilizadas no exercício

Variável	Descrição
Laticínios	Foram criadas duas <i>dummies</i> para classificar os municípios em relação à presença de laticínios: <i>lat 1</i> e <i>lat > 1</i>

Continua

Continuação

Variável	Descrição
Capacidade de processamento dos estabelecimentos de laticínios (em mil litros)	Medida da capacidade de absorção, por parte dos laticínios. Construída pela multiplicação do número de laticínios pela capacidade média de processamento dos laticínios do município.
Valor médio do hectare de terra (em R\$ mil)	Reflete componentes dos custos de produção: o custo da terra, e uma medida do custo de oportunidade de permanência na atividade leiteira.
Participação do PIB agropecuário no PIB municipal em 2006 (%)	Perfil do município em relação à importância da atividade agropecuária.
Porcentagem do valor de produção agropecuária proveniente da atividade leiteira (%)	Perfil do município em relação à importância da atividade leiteira na atividade agropecuária.
Quantidade de leite produzida (em milhões de litros)	Perfil dos estabelecimentos. Uma medida da escala em que se situa a produção leiteira dos municípios.
Porcentagem de produtores de leite classificados como de agricultura familiar (%)	Caracteriza o tipo de produção desenvolvida.
Porcentagem dos estabelecimentos que utilizam ordenha mecânica (%)	Medida de emprego de tecnologia.
Porcentagem dos estabelecimentos que utilizam inseminação artificial (%)	Medida de emprego de tecnologia.
Porcentagem dos estabelecimentos que utilizam transferência de embriões (%)	Medida de emprego de tecnologia.
Porcentagem dos estabelecimentos que possuíam tanques de resfriamento (%)	Medida de emprego de tecnologia.
Área média dos estabelecimentos (em ha)	Perfil dos estabelecimentos. Uma medida do quão extensiva é a atividade leiteira.
Porcentagem dos estabelecimentos produtores de leite que vendeu leite em 2006 (%)	Caracteriza quanto da produção é, em média, vendida pelos estabelecimentos.
Efeito fixo da microrregião em que o município se situa	Capta efeitos fixos de cada microrregião. É particularmente importante na regressão, por permitir que um município onde não há laticínio possa sofrer influência de laticínio(s) presente(s) em município(s) da mesma microrregião. Ou seja, relaxa a restrição de abrangência de atuação dos laticínios.

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE e do Mapa.

Tabela 6 | Média das variáveis de controle por tipo de município

Variáveis	Média das variáveis de controle		
	<i>lat 0</i>	<i>lat 1</i>	<i>lat > 1</i>
Absorção do leite			
Capacidade de processamento dos estabelecimentos de laticínios (em mil litros/dia)	-	29,6	92,7
Custo			
Valor médio do hectare de terra (em R\$ mil)	4,4	4,7	5,0
Perfil leiteiro e agropecuário do município			
% do valor de produção agropecuária proveniente da atividade leiteira (%)	12,4	16,9	18,6
Participação do PIB agropecuário no PIB municipal em 2006 (%)	25,9	25,4	20,0
Perfil dos estabelecimentos produtores de leite do município			
Quantidade de leite produzida (em milhões de litros)	3.145,8	8.708,9	15.200,0
% de produtores de leite classificados como de agricultura familiar (%)	74,3	73,0	70,9
% dos estabelecimentos que utilizam ordenha mecânica (%)	19,7	26,5	29,9
% dos estabelecimentos que utilizam inseminação artificial (%)	12,2	14,8	15,1
% dos estabelecimentos que utilizam transferência de embriões (%)	0,8	0,7	0,6
% dos estabelecimentos que possuíam tanques de resfriamento (%)	9,6	15,0	17,1
Área média dos estabelecimentos (em ha)	100,8	95,6	91,0
% dos estabelecimentos produtores de leite que vendeu leite em 2006 (%)	66,1	81,2	85,1

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE e do Mapa.

Os municípios *lat 0* obtiveram mais de um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) de 2006 proveniente da atividade agropecuária. Mas a atividade leiteira teve, para esse grupo de municípios, menor participação no valor da produção agropecuária, apresentando maior peso no valor da produção agropecuária em municípios *lat > 1*. Nesse último grupo de municípios, o custo da terra era maior do que nos demais.

A capacidade de absorção do leite produzido é duas vezes maior nos municípios *lat > 1* quando comparada à dos municípios *lat 1*. A quantidade de leite produzida é crescente nos grupos de municípios em relação ao número de laticínios. Um terço da produção de leite dos municípios *lat 0* não foi vendida.

O emprego de tecnologia na produção leiteira é observado com maior intensidade nos municípios *lat > 1*, com exceção da utilização de transferência de embriões, que, para os três tipos de municípios, foi realizada em menos de 1% dos estabelecimentos produtores com mais de cinco vacas ordenhadas.

Uma vez caracterizados os três grupos de municípios, a Tabela 7 exibe os resultados da estimação da equação (1), realizada por meio de uma regressão linear.

Tabela 7 | Associação entre o tipo do município e o preço esperado do litro de leite

Variáveis	Coefficiente	Erro-padrão
Constante	0,905***	(0.0275)
<i>lat 1</i>	0,00710*	(0.00394)
<i>lat > 1</i>	0,0165***	(0.00583)
Capacidade de processamento	3,23e-05	(2.05e-05)
Valor do hectare de terra	0,000435	(0.000442)
Valor de produção de leite/valor da produção agropecuária	0,0469***	(0.0146)
PIB agropecuário/PIB total	-0,0388***	(0.0117)
ln (quantidade produzida)	-0,0231***	(0.00178)
Percentagem de estabelecimentos produtores de leite caracterizados como de agricultura familiar	-0,00819	(0.0156)
Percentagem dos estabelecimentos produtores de leite que utilizaram ordenha mecânica	0,00516	(0.0110)
Percentagem dos estabelecimentos produtores de leite que utilizaram inseminação artificial	0,0288**	(0.0130)
Percentagem dos estabelecimentos produtores de leite que utilizaram transferência de embriões	-0,00553	(0.0392)

Continua

Continuação

Variáveis	Coeficiente	Erro-padrão
Porcentagem dos estabelecimentos produtores de leite que possuíam tanques de resfriamento de leite	0,0217	(0.0170)
Área média dos estabelecimentos de leite	3,53e-05**	(1.70e-05)
Percentual dos estabelecimentos produtores que venderam leite	-0,132***	(0.0119)
Observações	2.316	
R ²	0,710	

Fonte: Elaboração própria.

Notas:

(1) *** p-valor<0,01; ** p-valor<0,05; *p-valor<0,1. (2) Estimação por mínimos quadrados ordinários.

(3) Incluídos efeitos fixos de microrregião.

Municípios *lat 1* apresentam um diferencial positivo e significativo⁷ no valor esperado do preço do litro de leite de R\$ 0,007, em relação a municípios *lat 0*, quando se mantêm fixados os outros fatores que também podem afetar o preço do leite. Apesar de pequeno em valor absoluto, esse diferencial já inverte a relação que uma diferença de média simples havia sugerido (mais de R\$ 0,060 em favor dos municípios *lat 0*). A mesma inversão ocorre na comparação entre municípios *lat>1* e *lat 0*, que indica um diferencial positivo e significativo de R\$ 0,016 em favor de municípios em que há laticínios.

A comparação que mostra o resultado de interesse do trabalho é aquela entre *lat 1* e *lat>1*. Por meio dela, é possível observar o preço esperado do litro de leite quando há mais de um laticínio demandante. Como se verifica, um município onde não há atuação de laticínios, ou seja, pertencente ao grupo *lat 0*, tem um determinado valor esperado para o preço do litro de leite. Se o mesmo município mantém todas as demais características, mas migra para o grupo *lat 1*, espera-se que os produtores de leite desse município comecem a receber um valor adicional de R\$ 0,007 por litro de leite vendido, só pelo fato de um laticínio passar a atuar no município. Se o mesmo município mantivesse suas características, mas em vez de migrar para o grupo *lat 1* migrasse para o grupo *lat>1*, o adicional esperado no preço do litro de leite seria R\$ 0,016. Dessa forma, a comparação entre *lat 1* e *lat>1*

⁷ A significância de um coeficiente é obtida por meio de um teste de hipótese. Testa-se a hipótese de que o coeficiente estimado seja igual a zero, isto é, mesmo que o valor de uma estimação específica tenha sido diferente de zero, caso se repita o procedimento com diferentes amostras, espera-se que em muitas dessas repetições o coeficiente estimado seja zero. Quando se rejeita a hipótese testada, assume-se que o coeficiente estimado é diferente de zero e, portanto, tem o valor da estimação específica.

indica que, mantidos os demais fatores constantes, o preço médio do litro de leite é maior quando se tem mais de um demandante do que quando há caracterização do monopólio.

Os resultados da regressão ainda oferecem informações interessantes. Quanto maior a participação do valor da produção leiteira na produção agropecuária do município, maior o preço esperado do litro de leite. Essa associação positiva é também encontrada em outros dois fatores: na intensidade do uso de tecnologia, particularmente inseminação artificial; e na área média dos estabelecimentos produtores.

Quanto maior a produção de leite do município, espera-se que menor seja o preço do produto, que também decresce quanto maior for o percentual de estabelecimentos vendedores do leite produzido.

Conforme já destacado, o principal resultado do exercício realizado foi a relação positiva encontrada entre número de laticínios atuando em um determinado município e o preço médio do litro de leite recebido pelos produtores. Ele deu indícios de que a falta de concorrência abre a possibilidade de poder de mercado aos laticínios; situação, essa, indesejada, do ponto de vista do produtor leiteiro.

Do ponto de vista dos produtores de leite, a ausência de concorrência implica uma redução do preço recebido pelo leite decorrente do exercício de poder de mercado. Uma forma clássica de “compensar” [Galbraith (1952)] esse poder de mercado é a organização em cooperativas de produtores de leite – sobretudo para os agricultores familiares. Pelo cooperativismo, os produtores podem obter melhores condições de prazo e preço, além de reduzir os custos de produção com o uso comum de equipamentos e instalações.

Segundo a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), havia, em 2002, cerca de 350 cooperativas com unidades de beneficiamento de leite. Nesse conjunto, incluem-se cooperativas singulares e centrais – estas, resultantes da associação de várias singulares.

O conjunto de atividades desenvolvidas pelas cooperativas varia bastante no país. Nas cooperativas mais simples, os produtores se unem para negociar coletivamente a venda do leite e a compra de insumos. Algumas cooperativas possuem postos de refrigeração e coletam o leite. Existem, ainda, as cooperativas que realizam o beneficiamento do leite em plantas próprias.

Apoio à produção leiteira

No ano de 2012, o BNDES contratou aproximadamente R\$ 727 milhões e desembolsou cerca de R\$ 690 milhões para cooperativas envolvidas na cadeia produtiva do leite.⁸ Ademais, no âmbito de operações não reembolsáveis utilizando recursos do Fundo Social, o Banco vem apoiando a construção e modernização de unidades de beneficiamento de leite em várias cooperativas.⁹

Recentemente, algumas iniciativas vêm sendo tomadas a fim de fortalecer a produção de leite nos estabelecimentos de agricultura familiar. Iniciada em 2006 pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), a Política Setorial do Leite (PSL) da agricultura familiar está dividida em quatro eixos: o produtivo, o industrial, o comercial e o associativo/cooperativo. Para sua implementação, conta com ações específicas para cada região do país nas áreas de crédito, seguro de renda, assistência técnica e extensão rural, capacitação e ações no mercado internacional.

Na área de crédito, o financiamento da atividade é realizado por meio das linhas do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Trata-se de um programa de crédito destinado exclusivamente aos agricultores familiares e que oferece condições mais favoráveis que as vigentes no crédito rural convencional. No ano-safra 2012-2013, estão disponíveis R\$ 18 bilhões para o crédito Pronaf, com taxas de juros que variam entre 0,5% e 4,0% a.a.

Com relação ao seguro de renda, os produtores contam com o Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF). Instituído por meio do Decreto 5.996, de 20 de dezembro de 2006, o programa garante às famílias agricultoras que acessam o Pronaf, em caso de baixa de preços no mercado, um desconto no pagamento do financiamento correspondente à diferença entre o preço de mercado e o preço de garantia do produto.

O Projeto Balde Cheio, coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), destaca-se dentre as iniciativas nas áreas de capa-

⁸ Os valores refletem operações cujos setores de atividade da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae) cadastrados foram: Preparação do Leite, Criação de Bovinos para Leite e Fabricação de Laticínios. Vale ressaltar que o apoio do BNDES tratado nesta seção se refere exclusivamente a cooperativas, embora haja outras formas de apoio ao setor.

⁹ Algumas cooperativas apoiadas: Cooperativa de Comercialização e Reforma Agrária União Camponesa (Copran), Cooperativa de Comercialização e Reforma Agrária Avante (Coana) e Cooperativa dos Assentados da Região do Contestado (Coopercontestado).

citação, assistência técnica e extensão rural. O projeto tem como objetivo transferir tecnologias de produção a extensionistas e a produtores familiares de leite. No âmbito do projeto, são estabelecidas parcerias com instituições de extensão rural. Os extensionistas das entidades parceiras passam por um treinamento que os torna aptos a transmitir aos produtores técnicas de gerenciamento da produção, estruturação e manejo de rebanho. Em cada localidade, um estabelecimento familiar de produção de leite é escolhido como unidade de demonstração, servindo como exemplo de aplicação das técnicas. Durante quatro anos, extensionistas e produtores fazem visitas periódicas à unidade de demonstração, para que as técnicas de produção sejam mostradas, e seus resultados, acompanhados.

Iniciado em 1998, o Projeto Balde Cheio estava presente, em janeiro de 2012, em 25 estados e em 607 municípios. Em 2011, a Fundação Banco do Brasil (FBB) e o BNDES firmaram o Acordo de Cooperação Técnica e Financeira, em que, entre outros projetos, está incluída a reaplicação de tecnologia social do Balde Cheio em municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Doce localizados no estado de Minas Gerais.

Quanto à comercialização, programas de compras públicas vêm contribuindo para aumentar a demanda pelo leite produzido em estabelecimentos de agricultura familiar. Por meio da modalidade Leite, do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), o governo federal adquire leite oriundo de estabelecimentos de agricultura familiar e distribui a famílias em situação de insegurança alimentar. Entre janeiro e setembro de 2012, forneceram leite, no âmbito do PAA, cerca de 28 mil agricultores familiares, da Região Nordeste e de Minas Gerais.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) é também um demandante do leite proveniente de estabelecimentos de agricultura familiar. Por determinação legal, 30% dos recursos do Pnae destinam-se à aquisição de alimentos da agricultura familiar, diretamente ou por intermédio de suas organizações.

No contexto do mercado internacional, destaca-se o papel do MDA nas áreas de defesa comercial – por meio de medidas *antidumping* aplicadas contra a União Europeia e a Nova Zelândia e dos compromissos de preço firmados com Argentina e Uruguai – e na promoção do consumo dos produtos lácteos brasileiros oriundos da agricultura familiar brasileira.

Considerações finais

Durante décadas, os elos envolvidos na cadeia produtiva do leite de vaca assumiram uma atuação passiva no mercado, uma vez que o preço do leite era determinado exogenamente e que não havia concorrência externa. O setor se via protegido – sob a tutela governamental. A década de 1990 representou, no entanto, um período de profundas alterações na estrutura vigente até então. Tais transformações impuseram aos produtores medidas de ajuste às novas condições concorrenciais de um mercado do qual foram retiradas as barreiras comerciais.

Muitas empresas e cooperativas foram incorporadas a empresas maiores, e a nova configuração da cadeia produtiva contrapôs o pequeno produtor como seu elo inicial à indústria, com poucas, mas grandes, empresas de laticínios. Então, a relação entre a indústria e o produtor primário do leite passou a ser regida sob as implicações de um oligopsônio, ou em muitos casos, monopsonios, em que o ofertante do leite não beneficiado atua como tomador de preços, sendo a quantidade ofertada sua única decisão a ser tomada. Assim, apesar de ser o agente que lida com os mais diversos riscos da atividade, o produtor de leite, não raro, internaliza qualquer choque adverso de custo.

Algumas ações podem ser realizadas para alterar essa distribuição dos ganhos ao longo da cadeia produtiva do leite, de modo que o produtor consiga elevar, ou simplesmente manter, sua renda no decorrer do ano. Nesse particular, destaca-se o apoio ao cooperativismo, que exerce um poder compensatório ao poder de mercado exercido pelos monopsonios ou oligopsônios locais.

Também se destaca a diferenciação do produto, por exemplo, por meio de medidas que permitam que a remuneração do produtor seja baseada não só no volume produzido, mas também na qualidade do leite, permitindo que o produtor consiga obter maiores ganhos. O estímulo a produzir leite com maior teor de sólidos (gordura e proteína), aliado a melhores indicadores de sanidade e higiene, contribui para elevar a qualidade da matéria-prima desde a base da cadeia produtiva.

Ainda no que se refere à qualidade do leite, Silva (2011) observa que, antes da implantação da IN 51, o Mapa já assumia a ausência de um programa para informar os produtores sobre as novas regras. Além disso, as iniciativas relacionadas à educação e à assistência técnica oferecidas pelas empresas e

cooperativas aos produtores se mostraram insuficientes. Por falta de conhecimento, o produtor supõe que a qualidade do leite é assegurada apenas com investimentos onerosos em tecnologia. No entanto, é viável produzir leite de qualidade superior com tecnologia simples, disponível a um baixo custo. De acordo com Silva (2005), “uma interferência educacional pode dar uma nova dimensão à produção de leite para pequenos criadores”. Nesse sentido, um programa de capacitação, que possibilite o acesso ao conhecimento e a técnicas de produção adequadas, agregado ao treinamento e à assistência técnica, pode ser considerado o principal pilar desse processo de mudança e adequação aos novos padrões.

No entanto, há ainda um longo caminho a ser percorrido para que as propriedades rurais consigam se adaptar às exigências de qualidade do leite. Investimentos em eletrificação rural, melhoria das estradas para facilitar o escoamento da produção, treinamento dos agricultores em boas práticas de manejo e melhores controles sanitários são alguns exemplos dos desafios que os produtores do leite precisam enfrentar.

Referências

BRASIL. *Decreto 30.691*, de 29 de março de 1952. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/129097/decreto-30691-52>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 51, de 18 de setembro de 2002. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=8932>>. Acesso em: 9 jan. 2013.

BRASIL, J. G. Q. Tipos de leite. *Qualidade do leite*, 2009. Disponível em: <<http://www.qualidadedoleite.com.br/textos/15/tiposdeleite.html>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

CARVALHO, G. R. A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro. *Circular Técnica 102*. Juiz de Fora: Embrapa Leite, 2010. Disponível em: <http://www.cnp.gl.embrapa.br/nova/livraria/abrir_pdf.php?id=26>. Acesso em: 6 set. 2012.

COSTA, G. Brasil se adapta às normas de controle sanitário para aumentar exportação de laticínios. *Agência Brasil*, 30 dez. 2011. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-12-30/brasil-se-adapta-normas-de-controle-sanitario-para-aumentar-exportacao-de-laticinios>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

GALBRAITH, J. K. *American Capitalism – The Concept of Countervailing Power*. Boston: Houghton Mifflin, 1952.

GOMES, E. J. Dados do Censo Agropecuário confirmam concentração da atividade leiteira no Brasil. *Boletim do Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais*. Curitiba: nov. 2009.

GUERRA, J. Instrução normativa nº 51 e nº 62, o que muda? *Scot*, 2 mar. 2012. Seção de artigos. Disponível em: <<http://scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/22793/skype:scotconsultoria>>. Acesso em: 9 jan. 2013.

LABOISSIÈRE, P. Brasil é sexto maior produtor de leite, mas baixa qualidade compromete exportações. *Agência Brasil*, 22 set. 2010. Seção de notícias. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2010-09-22/brasil-e-sexto-maior-produtor-de-leite-mas-baixa-qualidade-compromete-exportacoes>>. Acesso em: 8 jan. 2013.

MESQUITA, A. J. Comércio internacional de lácteos: oportunidades e ameaças para o Brasil. In: ZOCCAL, R. *et al. A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. P. 65-71. In: CARVALHO, M. P *et al. Cenários para o leite no Brasil em 2020*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/0E9DE01C39E70F6D832575B0005FE0B4/\\$File/NT00040DEE.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/0E9DE01C39E70F6D832575B0005FE0B4/$File/NT00040DEE.pdf)>. Acesso em: 3 jan. 2013.

SILVA, R. P. Educação: o melhor caminho para o pequeno produtor de leite. *IEA*, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=3823>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

_____. Instrução Normativa 51: Uma breve reflexão sobre as consequências da implantação de uma boa ideia para o setor lácteo. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, 2011, v. 6, n. 6. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-25-2011b.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

TIMM, C. D; OLIVEIRA, D. S. Nova legislação do leite no Brasil. *Ciência & Tecnologia Veterinária*. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/veterinaria/inspleite/documentos/prelo/legisla.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

ZOCCAL, R. Quantos são os produtores de leite no Brasil? *Panorama do leite*, Juiz de Fora, n. 64, mar. 2012.

A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural?

Diego Nyko

Marcelo Soares Valente

Artur Yabe Milanez

Alexandre Kiyoshi Ramos Tanaka

Alexandre Velloso Pereira Rodrigues*

Resumo

A produtividade agrícola do setor sucroenergético sofreu quedas consideráveis nas últimas três safras. Especialistas atribuem a fatores conjunturais, como a adversidade climática e a renovação inadequada de canaviais, grande parte da responsabilidade pela situação atual. Contudo, ao considerar na análise uma série histórica longa, observa-se queda pronunciada do ritmo de ganhos de rendimento agrícola, bem como a deterioração de importantes indicadores de difusão tecnológica. Diante desse cenário, o artigo argumenta, com base em quase trinta entrevistas com especialistas e na literatura, que, além dos já alardeados fatores conjunturais, existem fatores estruturais gerando efeitos negativos sobre os resultados das tecnologias agrícolas e, conseqüentemente, sobre o próprio desempenho do setor.

* Respectivamente, economista, engenheiro, gerente do Departamento de Biocombustíveis da Área Industrial do BNDES e engenheiros do Departamento de Energia e Tecnologias Limpas da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Os autores agradecem as sugestões e os comentários de Fabrício Brollo Dunham, engenheiro da Área Industrial do BNDES, e Luiz Augusto Horta Nogueira, professor titular da Universidade Federal de Itajubá (Unifei). Os autores reconhecem ainda a importância de todos os entrevistados pelos valiosos *insights* sobre o tema. Quaisquer erros ou omissões, contudo, são de inteira responsabilidade dos autores.

Introdução

A produtividade agrícola da lavoura brasileira de cana-de-açúcar atingiu, em 2007, a marca histórica de 11.200 kg de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)¹ por hectare (ATR/ha), nível quase 130% superior ao verificado em 1975, no início do Programa Nacional do Álcool (Proálcool). Essa evolução se deveu, em boa medida, ao desenvolvimento das tecnologias agrícolas de produção, notadamente pela introdução de novas variedades de cana. Desse modo, até o fim da década passada, a produção brasileira de cana-de-açúcar era celebrada como paradigma mundial de eficiência agrícola.

Contudo, a *performance* nos últimos anos passou a apresentar trajetória distinta, com anos seguidos de reduções de produtividade, ainda que, no longo prazo, a trajetória continue crescente. Em 2011 e 2012, por exemplo, a produtividade da lavoura canavieira ficou abaixo do patamar de 10.000 kg de ATR/ha. Como resultado, a afirmação de que o Brasil tem a indústria de cana mais competitiva do mundo deixou de ser verdadeira.

Diversos fatores conjunturais podem explicar essa tendência, como a baixa renovação de canaviais e as adversidades climáticas verificadas nos últimos anos. Contudo, quando se analisa a curva de produtividade de longo prazo, verifica-se uma clara redução dos incrementos ao longo dos anos, sugerindo a influência de fatores de caráter estrutural. Seria, então, a redução do ritmo de aumento de produtividade fruto de uma estagnação tecnológica do setor? Esta é a questão a que este artigo pretende responder.

Para tanto, foram realizadas quase trinta entrevistas com especialistas do setor, que envolveram os diretores agrícolas dos principais grupos sucroenergéticos, gerentes de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de empresas fabricantes de máquinas e implementos agrícolas e também diversos pesquisadores envolvidos no melhoramento genético da cana-de-açúcar.

Depois desta introdução, este artigo apresenta, nas duas seções seguintes, um breve histórico da evolução tecnológica ocorrida no Brasil. São abordados tanto o desenvolvimento de novas variedades quanto o de máquinas e implementos voltados para cana-de-açúcar. Nessas primeiras seções, à luz das entrevistas e de artigos técnicos, também são discutidas eventuais de-

¹ Indicam a quantidade total de açúcares (sacarose, glicose e frutose) presente na cana. A concentração de açúcares na cana fica geralmente entre 13% e 17,5%. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html>. Acesso em: 7 fev. 2013.

ficiências dessas tecnologias agrícolas e possíveis razões para seu desempenho aquém do desejado.

A quarta parte deste trabalho procura quantificar o recente apoio de BNDES e Finep ao desenvolvimento das inovações agrícolas aqui estudadas e, na seção subsequente, são sugeridas alternativas de política capazes de reverter o atual quadro de estagnação tecnológica vivenciado pelo setor sucroenergético. A parte final expõe as principais conclusões.

A experiência brasileira no desenvolvimento genético da cana-de-açúcar

Breve histórico dos principais programas de P&D agrícola

A história da cana-de-açúcar no Brasil é secular e, em diversos momentos, confunde-se com a própria história do país, que atualmente é o maior produtor de cana do mundo, mesmo com a queda na competitividade da indústria. Nas últimas três safras, a produção nacional girou em torno de seiscentos milhões de toneladas de cana (MTC), atingindo seu recorde de 620 MTC na safra 2010-2011, quando esse volume gerou quase 38 milhões de toneladas de açúcar e mais de 27 bilhões de litros de etanol.

Esses valores são expressivos, sobretudo quando comparados ao cenário vigente no período imediatamente anterior ao início do Proálcool, marco na história dos biocombustíveis no Brasil. Na safra 1975-1976, a produção nacional de cana foi de 68,3 MTC, volume que gerou apenas 0,6 bilhão de litros de etanol e 5,9 milhões de toneladas de açúcar.

Esse aumento da produção reflete não apenas os esforços de investimento produtivo dos grupos econômicos do setor, mas também significativos esforços de P&D agrícola e industrial, que se revelaram fundamentais para o êxito da cultura da cana nessas últimas décadas. De fato, a inovação desempenhou papel de destaque durante esse período, especialmente a partir do Proálcool, que possibilitou o uso de biocombustíveis em larga escala.

A associação entre inovação na cadeia produtiva da cana e o Proálcool é constante na literatura.² Contudo, Dunham, Bomtempo e Fleck (2011) demonstram que a estruturação do Sistema de Produção e Inovação

² Ver, por exemplo, Ueki (2007), BNDES (2008) e Maia (2010).

Sucroalcooleiro (SPIS)³ no período anterior ao Proálcool foi essencial para o sucesso desse programa e, conseqüentemente, do setor nos anos seguintes.⁴

A análise dos autores compreende o período entre 1875 e 1975, quando importantes eventos e atividades contribuíram para formar as principais bases da futura pesquisa agrícola no setor, foco desta seção. Entre esses eventos, os autores apontam o surgimento do mosaico da cana na década de 1920 como fator determinante para a estruturação do SPIS. O mosaico devastou boa parte da lavoura de cana, notadamente no estado de São Paulo, que ainda não figurava entre os maiores produtores de cana do Brasil. Para superar a crise, dois elementos foram essenciais: (i) direcionar a pesquisa agrícola (P&D); e (ii) alterar a conduta dos empresários da época (difusão tecnológica).

A estratégia vencedora para direcionar a pesquisa agrícola foi a seleção de variedades de cana existentes tanto no Brasil quanto no exterior. Essa atividade ocorreu na Estação Experimental de Cana de Piracicaba (EECP) e em outras oito usinas paulistas com seus campos de experimentação próprios. Na visão de Dunham, Bomtempo e Fleck (2011), essa relação que se estabeleceu entre a instituição pública de pesquisa e as empresas do setor se revelou fundamental para o sucesso da empreitada, já que permitiu ampla difusão das novas variedades e das técnicas de manejo mais adequadas.⁵

Nesse contexto, a superação da crise do mosaico foi um evento importante em si, mas ainda mais importante por seu legado à pesquisa agrícola.

O início da década de 1930 trouxe um dos mais complexos motores de transformação do SPIS. Trata-se do motor de desenvolvimento

³ Segundo os autores, o conceito de sistema de inovação (SI) foi utilizado porque “oferece uma visão abrangente da inovação, possibilitando identificar os agentes envolvidos e o papel por eles desempenhado. [...] Ao se utilizar a abordagem de SI, é possível compreender como os agentes (empresas, instituições de pesquisa, fornecedores de tecnologias etc.) se relacionam entre si. A análise destas relações se mostra fundamental para entender como o Sistema de Produção e Inovação Sucroalcooleiro – SPIS estava estruturado antes do lançamento do Proálcool” [Dunham, Bomtempo e Fleck (2011, p. 37)].

⁴ Os autores argumentam que açúcar e etanol, apesar de estarem inseridos em mercados distintos, são obviamente produtos bastante relacionados, já que têm origem na mesma matéria-prima. Por essa razão, inovações desenvolvidas nessa cadeia, especialmente para a etapa agrícola, têm potencial para gerar efeitos positivos em ambos os mercados. Desse modo, concluem os autores que “ainda que tenham sido motivadas para a produção açucareira, diversas atividades influenciaram a estrutura disponível quando da implementação do Proálcool” [Dunham, Bomtempo e Fleck (2011, p. 38)].

⁵ Segundo Dunham, Bomtempo e Fleck (2011), essa rede de oito usinas representava 55% da produção paulista de açúcar, o que facilitava a difusão tecnológica no período.

de variedades de cana-de-açúcar. A transformação do SPIS ocorreu em torno da mesma tecnologia básica: desenvolvimento/seleção de variedades de cana. Entretanto, a motivação não era mais vencer o mosaico. *O objetivo era aumentar a produtividade agroindustrial por meio da maximização do rendimento agrícola, o que seria obtido com o desenvolvimento de variedades de maior conteúdo de sacarose e de maior resistência a pragas e doenças* [Dunham, Bomtempo e Fleck (2011, p. 57); grifo nosso].

Como identificam os autores, o modelo empreendido pela EECF para pesquisa, por meio da seleção de variedades, e para difusão tecnológica, por meio de redes com agentes produtivos, foi futuramente replicado por importantes instituições no melhoramento genético da cana, como pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), quando este sucedeu à EECF, em 1935, e pelo Centro de Tecnologia da Coopersucar (CTC), criado em 1969.⁶ Além disso, é interessante notar que a relação entre instituições de pesquisa e agentes produtivos de São Paulo provocou a capacitação das usinas paulistas e a mobilização de recursos para incrementar a produtividade de seus negócios.

O modelo criado nas décadas de 1920 e 1930 também serviu de base para a criação do Plano Nacional de Melhoramento de Cana-de-Açúcar (Planalsucar), em 1971, sob responsabilidade do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA). Como destacado em Dunham (2009), a criação do Planalsucar foi a resposta às demandas por aumento de produtividade agrícola, que deveria se traduzir em ganhos de competitividade do açúcar brasileiro no mercado externo. Nas palavras do autor:

A criação do Planalsucar tinha por objetivo reunir as condições técnicas e administrativas destinadas à implementação de projetos de pesquisa em genética, fitossanidade e agronomia, com o objetivo principal de obter novas variedades de cana, com alto índice de produtividade e adaptadas às condições de solo e clima [Dunham (2009, p. 4)].

⁶ Os autores argumentam que havia outras iniciativas de melhoramento genético de cana no período, tal como ocorria na Estação Experimental de Cana de Campos (EECC), no norte fluminense, onde novas variedades eram desenvolvidas. Contudo, o sucesso das iniciativas não foi uniforme. O estado de São Paulo foi aquele que obteve os resultados mais significativos. Entre os fatores explicativos, os autores chamam atenção para a rede formada entre instituições de pesquisa (principalmente o IAC) e os agentes produtivos, o que garantia assistência técnica e difusão tecnológica das inovações. Esse arranjo institucional não foi eficiente em outros estados. As novas variedades desenvolvidas no EECC, por exemplo, eram recomendadas e difundidas pelo IAC.

O Planalsucar contou com várias estações experimentais pelo Brasil, com foco no desenvolvimento de novas variedades de cana e de novas técnicas de manejo, na análise de solos e fertilizantes, entre outros. Como defendem Dunham (2009) e Dunham, Bomtempo e Fleck (2011), o Planalsucar incrementou a capacidade de gerar variedades e, conseqüentemente, de aumentar a produtividade da cultura. Com a criação do Proálcool, tal capacidade ampliou-se ainda mais, o que permitiu lançar, entre 1977 e 1988, 19 novas variedades pelo Planalsucar.

A despeito de seu sucesso, o Planalsucar foi influenciado pela mudança da conjuntura econômica na segunda metade da década de 1980. Como destacado em Milanez, Cavalcanti e Faveret Filho (2010) e Milanez e Nyko (2012), a redução persistente dos preços do petróleo a partir de 1986 levou à retirada gradual dos incentivos estatais ao setor sucroalcooleiro, processo concluído apenas em 1999. Nesse novo contexto, o Planalsucar foi transferido do IAA, que seria extinto em 1990, para o Ministério da Agricultura em 1988.

Em termos práticos, tal medida significou a descontinuação do Planalsucar. No entanto, para substituí-lo e dar lugar a seus antigos ativos e pesquisadores, sete universidades federais firmaram convênio entre si e assumiram os trabalhos de melhoramento genético da cana, criando a Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa)⁷ [Dunham (2009)].

A Ridesa vem obtendo resultados positivos no trabalho herdado do Planalsucar. Em vinte anos de existência (1991-2011), a instituição liberou 65 novas variedades desenvolvidas nas 31 estações experimentais que lhe pertencem.⁸

Além da Ridesa, outro importante ator da pesquisa agrícola no SPIS é o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). Como dito anteriormente, o CTC nasceu no fim da década de 1960 como instituição de pesquisa da Copersucar, tradicional *trading* de açúcar e etanol do setor. Com a criação do CTC, as usinas de São Paulo almejavam variedades de cana e tecnologias

⁷ As universidades que originalmente compuseram a Ridesa são: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Universidade Federal de Sergipe (UFSE), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e Universidade Federal do Paraná (UFPR). Ao longo dos anos, outras três universidades foram incorporadas à Ridesa: a Universidade Federal de Goiás (UFG), a Universidade Federal do Piauí (UFPI) e a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

⁸ Informações obtidas em: <<http://www.ridesa.agro.ufg.br/pages/38059>>. Acesso em: 16 jan. 2013.

industriais cada vez melhores, de modo a permitir incrementos constantes de produtividade.

Em 2004, o CTC passou por sua primeira grande mudança institucional, quando deixou de ser Centro de Tecnologia Copersucar para se tornar Centro de Tecnologia Canavieira. Essa reestruturação do CTC buscou transformá-lo no “principal centro de desenvolvimento e integração de tecnologias disruptivas da indústria sucroenergética”,⁹ expandindo suas atividades para todas as regiões canavieiras do Brasil.

Em 2011, o CTC passou novamente por uma grande mudança, tornando-se uma empresa de Sociedade Anônima. Hoje, seus acionistas são responsáveis por cerca de 60% da moagem de cana da Região Centro-Sul do Brasil, o que facilita a difusão de inovações. Na avaliação geral de Dunham, Bomtempo e Fleck (2011, p. 59), o diferencial desse arranjo paulista reside na “precisão da combinação de variedades e técnicas de cultivo”. Com o maior banco de germoplasma do mundo, o CTC lançou 24 novas variedades no mercado no período entre 2005 e 2011.

Em síntese, a história da dinâmica da pesquisa agrícola e dos eventos e das atividades a ela relacionados mostra como se formou o SPIS que hoje vigora no Brasil. Ridesa e CTC são os dois principais atores desse sistema, mas convivem com outras importantes empresas e instituições, como o IAC. Contudo, como avaliam Dunham, Bomtempo e Fleck (2011, p. 59), os resultados não foram homogêneos. Nas palavras dos autores:

O primeiro [resultado distinto] foi o fortalecimento da produtividade agroindustrial de São Paulo. As empresas participantes do trabalho com o IAC ou com o CTC tiveram acesso a uma ampla rede de difusão de conhecimentos. [...] A mobilização de recursos das empresas paulistas foi indispensável para alcançar estes resultados. O reconhecimento da importância dos trabalhos de experimentação agrícola culminou na criação do CTC, que, além de fortalecer a assistência técnica, passou a gerar tecnologias e conhecimentos próprios.

Outro ponto destacado pelos autores é o caráter exógeno das inovações, ou seja, usinas sucroenergéticas são usuárias de tecnologia e dependem de seus fornecedores e parceiros para darem saltos tecnológicos. Todavia, é igualmente importante ressaltar que o arranjo consagrado em São

⁹ Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/nossahistoria.html>>. Acesso em: 16 jan. 2013.

Paulo contempla o CTC, empresa privada cujos acionistas são as próprias usinas de açúcar e etanol. Isso não significa dizer que as instituições públicas de pesquisa não tiveram relevância nesse estado. Pelo contrário, o papel dessas instituições vem sendo fundamental para garantir aumentos de produtividade agrícola da cana [Dunham, Bomtempo e Fleck (2011)]. A diversificação de variedades no canavial é fator de segurança e ativo estratégico para os agentes produtivos. Da mesma forma, é salutar para o mercado haver diferentes atores provedores de tecnologia agrícola, incluindo novas variedades de cana.

Principais resultados alcançados

Uma vez estabelecido, o SPIS não tardou a entregar resultados significativos por meio de melhores variedades de cana (melhoramento convencional) e melhores práticas agronômicas. Como efeito, os últimos quarenta anos testemunharam ganhos substanciais da produtividade agrícola, que é uma boa medida para avaliar o desempenho das inovações no período. O Gráfico 1 mostra a evolução da produtividade média desde a criação do Proálcool até o período recente.

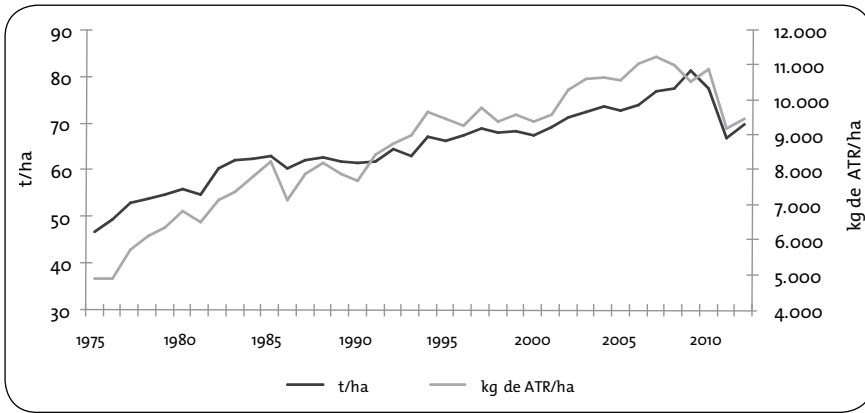
Em 1975, a produtividade agrícola média girava em torno de 45 toneladas de cana por hectare (t/ha). Já na década passada, esse valor esteve em torno de 75 t/ha, chegando a mais de 80 t/ha em alguns anos. Também se observa tal crescimento quando são considerados outros indicadores. Por exemplo, nos dez primeiros anos de Proálcool, eram produzidos, em média, 6.400 kg de ATR/ha plantado com cana. De 2005 até 2012, o valor médio para esse indicador foi de cerca de 10.509 kg de ATR/ha.

Se, por um lado, é amplamente reconhecido o crescimento de produtividade da cultura da cana desde a criação do Proálcool, pelo outro, esse crescimento não vem sendo uniforme ao longo do tempo. A Tabela 1 exhibe os ganhos de produtividade, desde a criação do Proálcool, em 1975.

Há decréscimo das taxas de crescimento a cada período analisado, o que produz o alerta sobre a *performance* recente da inovação agrícola.¹⁰ Essa queda é ainda mais pronunciada se as duas últimas safras forem consideradas, quando a produtividade agrícola estagnou-se e, até mesmo, reduziu-se de maneira surpreendente (Gráfico 1).

¹⁰ Outros trabalhos, como Dal-Bianco *et al.* (2011), também demonstram que os ganhos de produtividade estão se tornando cada vez menos pronunciados, ou seja, há crescimento, mas seu ritmo é decrescente.

Gráfico 1 | Evolução da produtividade agrícola entre 1975 e 2012*



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de CTC, Unica, Conab, IBGE e Mapa *apud* Brasil (2009).

* A série para a produtividade medida em toneladas de cana por hectare (t/ha) é anual, enquanto a série para quilogramas de ATR por hectare de cana está disponibilizada por ano-safra.

Tabela 1 | Produtividade média e crescimento de produtividade entre períodos

Período	Kg de ATR/ha	Crescimento (%)
1975-1984	6.351	-
1985-1994	8.299	30,7
1995-2004	9.810	18,2
2005-2012	10.509	7,1

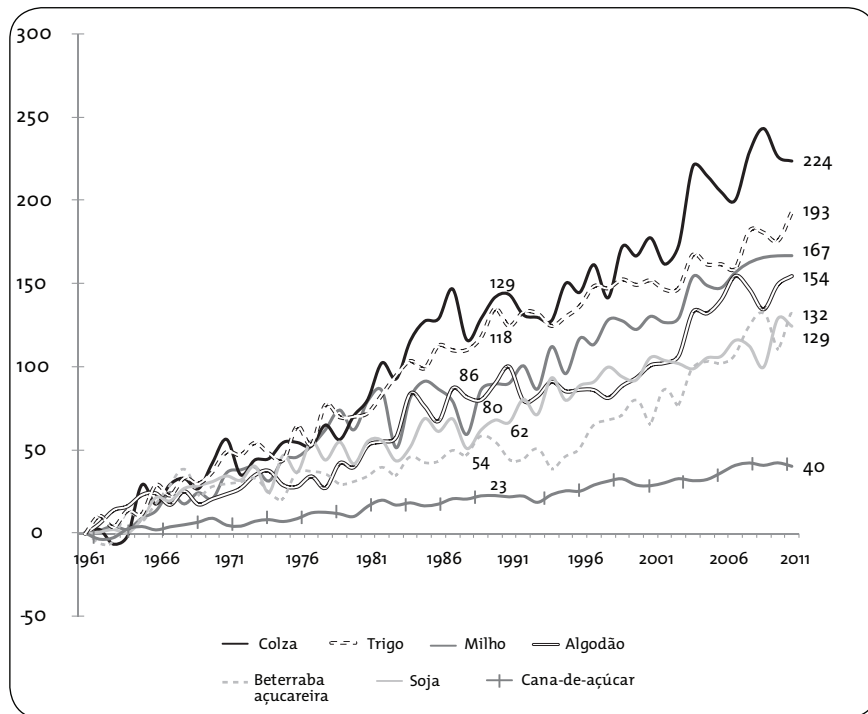
Fonte: Elaboração própria, com base em dados de CTC, Unica, Conab, IBGE e Mapa *apud* Brasil (2009).

Quando comparados os rendimentos aos de outras culturas, o patamar de produtividade alcançado pela cana chega a ser decepcionante. Os gráficos 2 e 3 demonstram a discrepância desses ganhos nas últimas décadas.

Apesar de haver crescimento, esses números refletem a defasagem entre os ganhos de produtividade em cana e em cereais, tanto no Brasil quanto no mundo. A situação surpreende ainda mais se for considerado o rendimento teórico máximo da cana-de-açúcar. Diversos trabalhos estimam esse potencial. Em Waclawovsky (2010) *apud* Dal-Bianco (2011), o rendimento teórico máximo da cana é superior a 380 t/ha, enquanto em Moore (2009) chegou a 472 t/ha. Mesmo que esses potenciais não sejam plenamente alcançados na prática, eles oferecem uma ideia da dimensão da defasagem tecnológica

hoje existente. Na última safra, por exemplo, o rendimento médio foi inferior a 70 t/ha na Região Centro-Sul do Brasil.

Gráfico 2 | Ganho de produtividade mundial histórica (base 1961, em %)



Fonte: FAOSTAT.

Obs.: Milho – ganho de 167% no período 1961-2011; cana-de-açúcar – ganho de 40% no período 1961-2011.

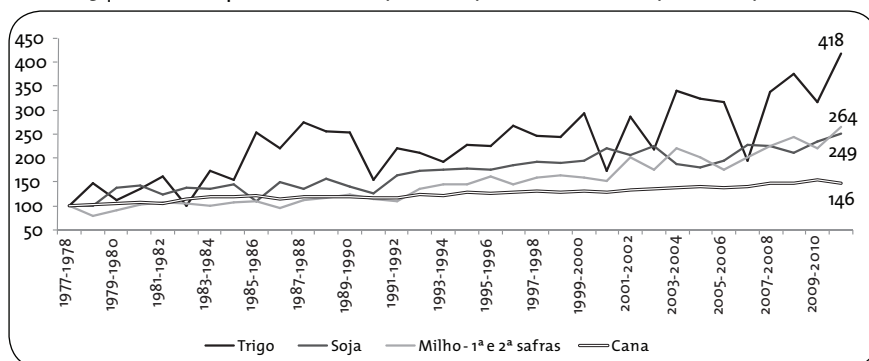
Além dos indicadores de produtividade, é possível avaliar o desempenho das inovações tecnológicas por meio de outros dois indicadores: o Índice de Atualização Varietal (IAV) e o Índice de Concentração Varietal (ICV), cujos resultados são exibidos Gráfico 4.

O IAV é uma medida de difusão tecnológica, ou seja, avalia o ritmo com que as novas variedades lançadas são absorvidas nos canaviais brasileiros.¹¹

¹¹ O IAV “é obtido pela diferença entre o ano atual e o ano de cruzamento da variedade, ponderado pela porcentagem de utilização de cada variedade, na região estudada. Do valor obtido, são subtraídos 20 anos correspondentes ao número médio de anos que uma variedade demora para atingir o seu ápice” [CTC (2012, p. 2)].

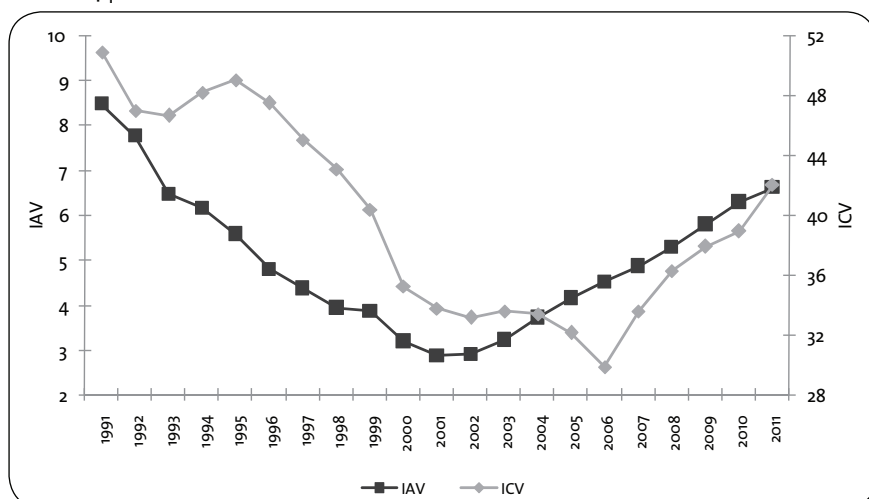
Em CTC (2012), é utilizada a seguinte classificação para esse índice: (i) valores altos e não recomendáveis são aqueles acima de sete anos; (ii) valores intermediários oscilam entre cinco e sete anos; e (iii) valores baixos e adequados são aqueles inferiores a cinco.

Gráfico 3 | Ganho de produtividade (em t/ha) histórico, Brasil (base 100)



Fonte: Conab.

Gráfico 4 | Censo de variedades no Brasil – IAV e ICV



Fonte: CTC (2012).

Por sua vez, o ICV busca avaliar o grau de concentração das principais variedades no canavial brasileiro.¹² Esse índice sinaliza o grau de dependência do canavial em relação às principais variedades utilizadas e, consequentemente, os riscos associados a essa dependência. Segundo a classificação do CTC (2012): (i) valores maiores que 50% são considerados altos e não recomendados; (ii) valores entre 40% e 50% são intermediários; e (iii) valores inferiores a 40% são considerados baixos e ideais.

Por meio do cenário traçado pelo Gráfico 4, pode-se depreender que variedades mais antigas vêm ocupando espaço cada vez maior nas lavouras de cana, ou seja, o ritmo de substituição de variedades antigas por novas variedades está se reduzindo constantemente na última década. Hoje, o IAV está bem próximo de valores não recomendados.

Sintomática também foi a proporção de aproximadamente 60% de variedades protegidas (patentes em vigor) na safra 2011-2012. Significa dizer que cerca de 40% da área brasileira de cana foi plantada com variedades que já caíram em domínio público, ou seja, cujo lançamento ocorreu há pelo menos 15 anos.

Quando se considera apenas o ICV, o resultado é similar. Desde meados dos anos 2000, quando o setor sucroenergético acelerou seu ritmo de expansão, a concentração de variedades nos canaviais cresceu vertiginosamente. Enquanto no começo da década passada o canavial contava com condições ideais (baixa concentração e elevada diversificação de variedades), no início da atual década sua situação encontra-se bastante deteriorada (mas ainda intermediária), o que lhe deixa mais suscetível a novas doenças e a fortes variações climáticas.

Conclui-se, portanto, que o atual SPIS conquistou consistentes ganhos de produtividade na cultura da cana, mas vem enfrentando problemas para manter o ritmo dos resultados alcançados no passado. De fato, o período mais recente pode ser considerado frustrante e, se extrapolado para o futuro, aponta para ganhos de rendimento agrícola cada vez mais reduzidos.

Mas quais são as razões que explicam tais problemas? E quais são seus mecanismos de ação que redundam em efeitos negativos sobre o setor sucroenergético? O tópico a seguir busca responder a essas questões.

¹² O ICV é “obtido com base na participação percentual das três principais variedades na região estudada” [CTC (2012, p. 2)].

Principais razões que explicam a recente *performance* das novas variedades de cana

Para explicar os problemas de ganhos decrescentes de produtividade e baixos IAV e ICV, a primeira e mais intuitiva resposta que vem à mente é a ausência de novas variedades. O argumento é simples: *ceteris paribus*, quanto menor o número de variedades novas disponíveis ao longo do tempo, maior será a probabilidade de se alcançar ganhos de produtividade mais reduzidos, já que as variedades existentes, depois de certo tempo, tendem a apresentar rendimentos decrescentes. Além disso, quanto menor o número de novas variedades disponíveis, maiores serão, *ceteris paribus*, as probabilidades de maiores números para IAV e ICV.

Contudo, essa explicação não encontra apoio na realidade. Segundo Braga Jr., Oliveira e Raizer (2011), o país vem sendo palco para o surgimento de um grande número de novas variedades de cana. Os autores ressaltam que foram liberadas no Brasil 207 variedades para uso comercial entre 1970 e 2010. Entre 1990 e 2010, 154 diferentes variedades de cana foram testadas e utilizadas pelos agentes produtivos do setor.¹³ Restringindo ainda mais o período de análise, para os últimos dez anos (2003-2012), foram registradas no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) 74 variedades de cana. Portanto, a ausência de novas variedades é uma possibilidade de resposta que deve ser refutada.

O conceito de “variedade significativa”, explorado em Braga Jr., Oliveira e Raizer (2011), ajuda a lançar luz a essa discussão. Na definição dos autores, são consideradas variedades significativas aquelas cultivadas em, pelo menos, 5% da área de cana no Brasil em um ano do censo varietal do CTC. Definido o conceito, entre 1991 e 2010, apenas 15 variedades, ou cerca de 10% do total de variedades utilizadas, puderam ser consideradas variedades significativas. Portanto, fica evidente a relação entre os dois problemas apontados: a baixa adoção (difusão) sugere haver problemas na *performance* (ganhos de produtividade) das variedades liberadas.

Por sua vez, Joaquim (2012) estima que sejam gastos aproximadamente R\$ 150 milhões para o desenvolvimento completo de uma variedade de cana-de-açúcar superior aos padrões comerciais. Logo, mesmo sem ter acesso aos orçamentos de P&D das principais empresas e instituições do Brasil,

¹³ Foram consideradas apenas as variedades que atingiram pelo menos 0,1% da área do país, segundo censo do CTC [Braga Jr., Oliveira e Raizer (2011)].

é possível concluir que os esforços de investimento por cada incremento percentual de produtividade tendem a ser crescentes.

Há outras respostas que tentam explicar o quadro exposto no tópico anterior. De natureza conjuntural, a crise financeira de 2008-2009, por exemplo, deixou em situação frágil a maior parte dos grupos econômicos do setor sucroenergético. Nesse contexto, houve acentuada retração do crédito concedido pelas instituições financeiras às empresas do setor, cujo endividamento foi crescente. Por conta disso, houve redução nos investimentos agrícolas, incluindo aqueles direcionados à renovação dos canaviais. No estado de São Paulo, o estágio médio de corte da cana alcançou 3,7 anos em 2011 [CTC (2012)]. A redução da taxa de renovação e, por consequência, a maior longevidade dos canaviais redundam em menor taxa de difusão das novas variedades.

Nos últimos três anos, o setor também enfrentou adversidades climáticas, acusadas frequentemente de serem as principais responsáveis pela drástica redução de produtividade. Além disso, muitos argumentam que o recente movimento de mecanização, tanto da colheita quanto do plantio, gerou efeitos deletérios na produtividade agrícola.¹⁴ Sem negar os impactos que clima e mecanização vêm gerando sobre o canavial, Demattê (2012) argumenta que esses dois fatores apontam para um problema com raízes mais profundas: a questão varietal. Para o autor, a tendência à estagnação da produtividade agrícola está mais relacionada à *performance* das novas variedades de cana, que ainda é bastante influenciada pelas condições climáticas marginais, e ao fato de essas variedades não estarem satisfatoriamente adequadas à mecanização. Contudo, as relações entre as novas variedades e a mecanização, por exemplo, não ocorrem em um único sentido. A mecanização do plantio e da colheita, bem como as técnicas de manejo associadas, deve estar adequada às variedades desenvolvidas, ou seja, o desenvolvimento tecnológico deve ser integrado. Como tal situação não ocorre na prática, tanto os ganhos de produtividade quanto a difusão tecnológica vêm obtendo resultados aquém do esperado.¹⁵

¹⁴ Como argumentado em Milanez *et al.* (2012) e segundo especialistas do setor, essa situação pode ser explicada por, pelo menos, três razões: (i) a compactação do solo; (ii) a menor densidade de plantas por área plantada, já que o plantio deve se ajustar ao corte mecanizado; e (iii) a maior altura em que o colmo é cortado pelas colheitadeiras em relação à altura do corte manual, de modo a evitar que a máquina arranque as soqueiras de cana no momento da colheita.

¹⁵ Nas entrevistas realizadas com os grupos usineiros, muitos alegaram ter resgatado variedades antigas, de domínio público, que se mostraram mais aptas à nova realidade da mecanização e às diferentes condições de produção do Centro-Oeste.

Demattê (2012) ainda chama atenção para outros fatores que contribuem para a composição desse cenário: (i) a proliferação de doenças nas novas variedades, o que diminui a segurança varietal e, portanto, aumenta a resistência das usinas em ampliar seu plantio e; (ii) a grande expansão da lavoura de cana no ciclo de investimentos na última década.

A produção brasileira de cana quase duplicou em menos de uma década. A recente expansão da cultura ocorreu em regiões de fronteira, como nos estados do Centro-Oeste do Brasil, onde os solos têm fertilidade inferior e o clima é mais adverso quando comparados aos solos e clima das regiões tradicionais de produção. O autor argumenta que para essas condições, “o número de variedades novas está restrito” [Demattê (2012, p. 24)].

De fato, o desenvolvimento completo (até a comercialização) de uma nova variedade leva, em média, dez anos. Se bem-sucedida comercialmente (depois da década de desenvolvimento), a nova variedade leva, pelo menos, mais cinco anos para figurar entre as mais utilizadas pelas usinas. Com isso em mente e considerando que: (i) a expansão mais recente da cana começou em meados da última década; e (ii) os programas de melhoramento, até então, focaram-se nas regiões tradicionais de produção, como São Paulo (maior produtor de cana e, portanto, maior mercado); é razoável imaginar que novas variedades desenvolvidas para as regiões de fronteira ainda não estão disponíveis em grande quantidade.

Além disso, ao mesmo tempo em que foi intenso, o último ciclo de investimentos também foi pouco planejado. A rápida expansão dos canaviais demandou mudas que não estavam disponíveis, ou seja, não havia matéria-prima para ser replicada no tempo desejado. Não se pode descartar, nesse contexto, que o planejamento de viveiros não conseguiu viabilizar volume de mudas compatível com a demanda pouco planejada das usinas. Por isso, os grupos produtivos do setor acabaram por reproduzir as variedades mais conhecidas e disponíveis.¹⁶

Ademais, os sistemas de colheita de mudas e de plantio mecanizado tendem a aumentar a sustentabilidade socioambiental do setor, mas também vêm concorrendo para diminuir a eficiência desses processos agrícolas no curto e no médio prazos. Como discutido detalhadamente na próxima seção,

¹⁶ Em alguns casos extremos, algumas usinas entrevistadas chegaram a admitir terem usado cana-soca em vez de mudas na formação de seus canaviais.

os equipamentos envolvidos nessas operações têm tecnologia defasada e pouco integrada a conceitos avançados de manejo eficiente.

Esses fatores também ajudam a explicar os ganhos menores de produtividade e os valores intermediários de IAV e ICV, especialmente nas regiões de fronteira. A Tabela 2 ilustra essa situação.

Tabela 2 | IAV e ICV em São Paulo e nos principais estados da fronteira de expansão da cana, em 2011

Estado	IAV	Classificação	ICV	Classificação
São Paulo	6,0	Intermediário	45,9	Intermediário
Goiás	6,8	Intermediário	49,3	Intermediário
Mato Grosso	6,2	Intermediário	51,7	Não recomendável
Mato Grosso do Sul	7,1	Não recomendável	46,6	Intermediário

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de CTC (2012).

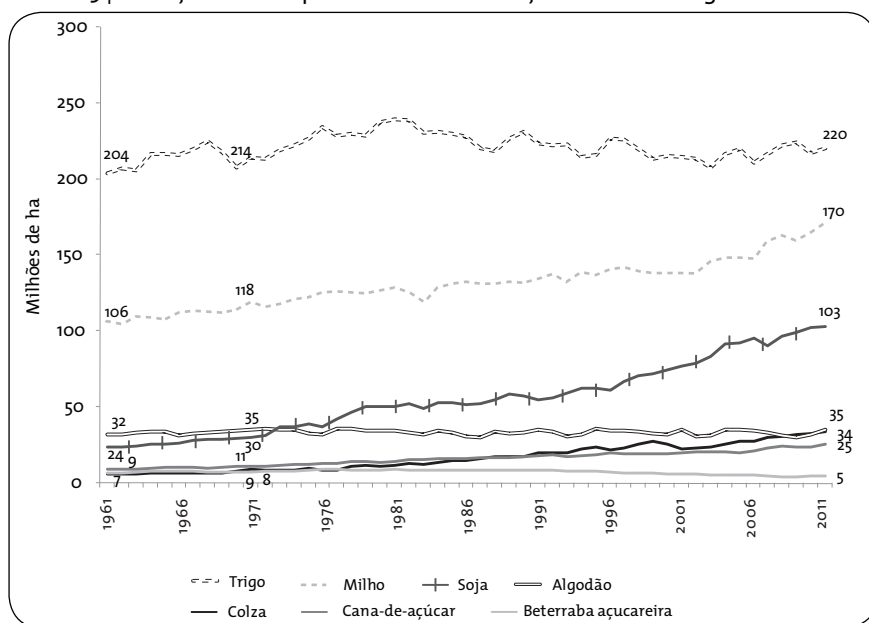
A execução inadequada de manejo agrícola agrava o problema, comprometendo o sucesso de novas variedades. Nesse sentido, a assistência técnica mais próxima dos produtores, cada vez mais afastados dos centros tradicionais, facilitaria o melhor aproveitamento das novas variedades.

Diante desses argumentos, chega-se à seguinte situação: há novas variedades de cana lançadas a cada ano. Contudo, o ritmo da difusão tecnológica vem diminuindo. E, como sugere Demattê (2012), parte da explicação reside na *performance* desses produtos, que não se provaram consistentes o bastante e, portanto, capazes de compensar o risco de troca das variedades atualmente vencedoras.

Alguns fatores já foram apresentados para ajudar a explicar esse problema. Contudo, a literatura especializada abrange outros fatores estruturais que parecem contribuir para a inadequada *performance* das atuais variedades. Entre eles, há as restrições do melhoramento genético convencional ou clássico, principal método utilizado no melhoramento da cana-de-açúcar. Abstraindo ilações sobre o eventual esgotamento desse método na cultura da cana, Hotta *et al.* (2010) assinalam três de suas principais restrições: (i) elevada complexidade do genoma da cana; (ii) tempo requerido para a comercialização de uma nova variedade; e (iii) estreita base genética utilizada nos cruzamentos entre variedades.

A elevada complexidade genética da cana¹⁷ impõe obstáculos à adoção de novas técnicas de melhoramento, como a transgenia, já que os investimentos necessários são considerados incompatíveis com o retorno proporcionado pela cultura. Isso decorre da área relativamente pequena cultivada com cana quando comparada à de culturas como milho e soja. Em termos práticos, a lavoura de cana parece não dispor de escala suficiente para incentivar, no ritmo desejado, as grandes e tradicionais empresas de melhoramento genético a investir em transgenia nessa cultura. O Gráfico 5 compara o tamanho das lavouras de cana com o de outras culturas no mundo.

Gráfico 5 | Evolução da área plantada – cana-de-açúcar e outros vegetais



Fonte: FAOSTAT.

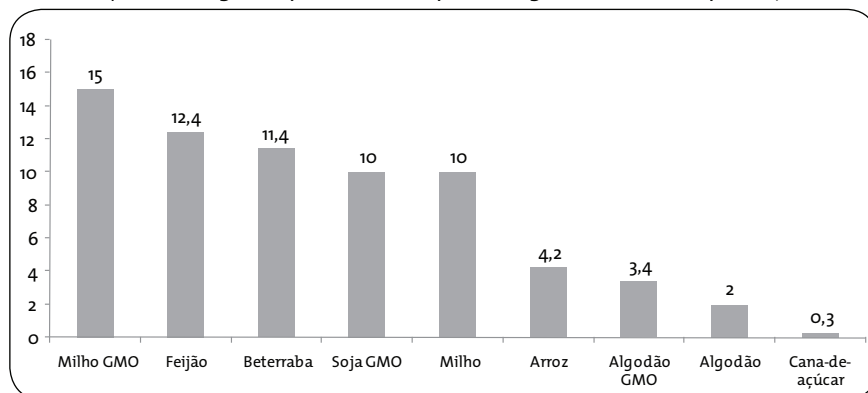
Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a área mundial de cana-de-açúcar representou 3,6% da área mundial plantada com cereais em 2011. No Brasil, quando se compara

¹⁷ A complexidade genética da cana-de-açúcar diz respeito basicamente à estrutura poliploide e aneuploide de seu genoma. Nas palavras de Souza *et al.* (2011, p. 146), “*sugarcane genome poses challenges that have not been addressed in any prior sequencing project, due to its highly polyploid and aneuploid genome structure with a complete set of homeologous genes predicted to range from 10 to 12 copies (alleles) and to include representatives from each of two different species*”.

a lavoura da cana com a de outros cereais importantes, como soja, milho e trigo, a área de cana equivaleu a aproximadamente 25% da área plantada com tais cereais. De fato, a cana é hoje a terceira lavoura de maior importância no Brasil, perdendo apenas para soja e milho. A situação, portanto, sugere que a cultura é relevante para o país; mas para grandes empresas de genética agrícola, cujo mercado é global, é menos importante.

Outro fator que merece destaque é a capacidade que os desenvolvedores de tecnologias têm de se apropriar economicamente dos resultados gerados por suas inovações.¹⁸ No mercado brasileiro de novas variedades de cana, por exemplo, o regime de apropriabilidade é fraco, sobretudo em razão da ausência da lógica empresarial na comercialização e remuneração dos programas públicos de pesquisa. Como resultado, a apropriabilidade dos resultados no mercado de cana é bastante inferior quando comparada com a de outras culturas, o que pode gerar menores incentivos para a inovação.¹⁹ O Gráfico 6 ilustra tal situação.

Gráfico 6 | Custo de germoplasma como percentagem do custo de produção



Fonte: McKinsey e Universidade of Nebraska – Lincoln.

Além dessas características específicas do mercado de cana, a própria planta apresenta dificuldades para o melhoramento convencional. Hotta *et al.*

¹⁸ Para um resumo sobre o conceito de regime de apropriabilidade, incluindo seus desdobramentos na análise de um caso real (setor de alimentos), ver Sidônio *et al.* (2013).

¹⁹ Nos últimos anos, a transformação do CTC em empresa e o estabelecimento de novos atores, como a CanaVialis, indicam mudanças positivas que podem melhorar o regime de apropriabilidade desse segmento.

(2010) sublinham que alguns traços desejáveis comercialmente não podem ser introduzidos na cana por meio das técnicas clássicas de melhoramento. Essa situação é reforçada pela base genética limitada usada no melhoramento clássico. Os autores argumentam que os programas hoje existentes selecionam e utilizam poucos clones para gerar populações. Dal-Bianco *et al.* (2011) sugerem que essa falta de diversificação de genótipos pode ser o problema por trás da dificuldade em se obterem aumentos consistentes de produtividade. Além disso, leva-se tempo considerável para se alcançarem resultados significativos pela rota clássica: uma variedade demora seguramente mais de dez anos entre seu cruzamento e o lançamento comercial.

A transgenia, por sua vez, ampliaria as possibilidades do melhoramento e, por conseguinte, os potenciais ganhos de produtividade. Como argumentado, porém, esse método ainda esbarra na alta complexidade genética da cana, o que resultaria em elevados investimentos em P&D. A Tabela 3 estima os diferentes ganhos potenciais proporcionados pelos dois métodos aqui considerados.

Tabela 3 | Estimativas do rendimento teórico máximo da cana

	Toneladas de cana/ha	% em relação ao potencial teórico	Toneladas de ATR/ha	% em relação ao potencial teórico
Produtividade média atual	70	18,4	12,0	14,0
Máximo comercial	148	38,8	25,3	29,5
Máximo experimental (sem transgenia)	212	55,6	36,3	42,3
Máximo esperado com transgenia	285	74,8	64,1	74,8
Máximo teórico	381	100,0	85,7	100,0

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Waclawovsky *et al.* (2010).

Não obstante, a evolução do melhoramento clássico para a transgenia, por sua vez, exige elevados investimentos em pesquisa básica. Por esse motivo, vem sendo frequente a participação de instituições públicas brasileiras nas pesquisas de base para a inovação nesse segmento. No país, podem ser citadas ao menos duas importantes iniciativas: o projeto SucEST (sequenciamento genético da cana) no início dos anos 2000 e o Programa de

Bioenergia da Fapesp (Bioen), que abrange cinco grandes temas – biomassa, biorrefinarias, tecnologias de produção de etanol, motores e impactos das cadeias dos biocombustíveis em todas as dimensões da sustentabilidade.

Contudo, os avanços gerados pelas iniciativas públicas de pesquisa básica não vêm sendo suficientes para engendrar estímulos e ciclos virtuosos de inovação setorial. Segundo alguns especialistas entrevistados, apesar de pioneiras, essas iniciativas não conseguiram preencher todas as lacunas necessárias da pesquisa básica em cana-de-açúcar. Ademais, não foram estabelecidos elos eficientes de transferência de conhecimento e tecnologia da academia para o setor privado. Pode-se identificar até mesmo escassez de mão de obra qualificada para ser incorporada pelo setor privado.

Evolução do plantio e da colheita mecanizados da cana-de-açúcar

A expectativa de expansão da área cultivada de cana-de-açúcar, de 8,5 milhões de hectares, em 2012, para cerca 14 milhões de hectares em 2030, vai requerer alterações significativas em todo o sistema de mecanização atualmente empregado para pôr a atividade em níveis adequados de sustentabilidade. A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene cujo processo de produção prevê uma colheita por ano, produzindo em média 81 t/ha/ano, no território brasileiro, se as principais condições edafoclimáticas e de preparo e manejo de solo forem atendidas [Braunbeck e Magalhães (2010)].

Desse total, aproximadamente 1,7 milhão de hectares, cerca de 20%, são replantados a cada ano, e em apenas 40% deles é utilizado o plantio mecanizado. No restante da área, é usado o plantio semimecanizado. O método totalmente manual está restrito hoje a áreas pouco significativas, de alta declividade, predominantemente na Região Nordeste. A cana-de-açúcar é plantada em geral no período de chuvas, entre novembro e março, para ser colhida apenas na safra seguinte, ocasionando ao sistema produtivo déficit de um ano. Durante o período entre a colheita do último ciclo e o plantio da nova cana, muitas usinas executam rotação de culturas com leguminosas, visando não só proteger o solo, como também estender o período de safra. Tradicionalmente a colheita de cana-de-açúcar foi feita a mão, mas passou por rápida mudança para a colheita mecânica na última década, sobretudo em função de legislação que restringe o uso da queimada [Braunbeck e Magalhães (2010)].

Verifica-se, no entanto, principalmente a partir de 2008, elevada queda de produtividade nos canaviais brasileiros, que passou de 81 t/ha/ano para cerca de 69 t/ha/ano, em 2012, com sensível impacto na rentabilidade do setor, ainda mais considerando-se que o preço da gasolina – que baliza os preços do etanol – também se manteve estável nesse período. Diversos fatores podem ajudar a explicar essa queda, muitos dos quais já foram discutidos na seção anterior.

Entretanto, deve-se também considerar que, nesse mesmo período, foram intensificadas, no setor, novas práticas de plantio e colheita mecanizados de cana-de-açúcar. Se, por um lado, tais práticas proporcionam muitos aspectos positivos no que tange à redução do trabalho manual e, no caso da colheita, na extinção das queimadas, por outro lado, levantam dúvidas sobre até que ponto, mesmo que hegemônicas e inexoráveis para o futuro do setor sucroenergético, também não precisam ainda ser aprimoradas de forma a ajudar a compensar eventuais reduções de produtividade no processo, em função de problemas advindos de sua própria implantação,²⁰ além de propiciar redução futura de custos, quer seja em períodos com safras adversas, quer seja em períodos com boas safras.

Propostas de aperfeiçoamento de tais práticas serão discutidas neste artigo de forma a induzir o desenvolvimento de melhores soluções em relação aos sistemas produtivos e à mecanização do setor.

Histórico da mecanização e influência do Protocolo Agroambiental

A colheita de cana-de-açúcar no Brasil não começou tal qual atualmente é realizada. De fato, iniciou-se com o corte manual, queimadas, e apenas o carregamento era mecânico. Nas décadas de 1950 e 1960, começaram as melhorias no corte mecanizado com a importação das primeiras máquinas vindas da Austrália, mas tais máquinas ainda exigiam a queimada da cana-de-açúcar. Na época, esse procedimento não era visto como um problema, ainda sem a preocupação ambiental de hoje.

A primeira experimentação de corte de cana-de-açúcar mecanizado foi realizada em 1956, com um equipamento importado. Nos anos 1970, as

²⁰ Tais como: na colheita – maior tráfego na lavoura, o que gera maior pisoteamento e, portanto, compactação de solo; corte de base mais alto no colmo da cana-de-açúcar, executado pela colhedora, deixando no solo uma porção nobre da cana, pois na base concentra-se muito açúcar – e, no plantio: a necessidade da utilização de maior número de mudas, em relação ao plantio manual, entre outras.

primeiras configurações de máquinas como as de hoje começaram a ser produzidas no Brasil seguindo a mesma tecnologia australiana da década de 1950, com colheita de cana picada. Cabe salientar que, nesse período, existiram também colhedoras que utilizavam o processo de colheita de cana inteira. Em São Paulo, a colheita mecanizada teve início em 1973, com a utilização da tecnologia importada, bem como da de fabricação nacional. O processo de mecanização no cultivo canavieiro se tornou mais acentuado com a implantação do Proálcool, em 1975.

Na década de 1980, ainda havia a dúvida a respeito de qual processo de colheita deveria ser utilizado: o da cana picada ou o da cana inteira. Na época, existia um tipo de colhedora que cortava a cana em sua base e depois tombava o colmo inteiro na superfície do solo. Todavia era necessário recolher a cana-de-açúcar do chão, o que, além do custo muito alto, gerava uma grande quantidade de impurezas.

Foi somente a partir da década de 1990 que a opção pela cana picada na colheita se consolidou como rota tecnológica vencedora. Essa proposta para colheita mecanizada teve origem em virtude de questões sociais, econômicas e tecnológicas que ocorreram na Austrália e em Cuba, na segunda metade do século XX, com o intuito de eliminar a operação de carregamento necessária no sistema que manuseia colmos inteiros. Entretanto, mesmo nesse caso, ainda nos anos 1990, visava-se à recuperação apenas dos colmos, sendo a palha eliminada da forma mais econômica possível, normalmente por meio da queima, ou, no caso da colheita da cana crua, deixada no campo para conservação do solo [Braunbeck e Magalhães (2010)].

Apenas com a evolução das colhedoras em relação à potência e, sobretudo, com as maiores restrições impostas pelo Protocolo Agroambiental celebrado, em 2007, entre as usinas paulistas e o governo de São Paulo, o setor passou a buscar integralmente a colheita da cana crua.

O Protocolo Agroambiental de São Paulo se traduziu em medida legal em defesa do meio ambiente, já que a queima da palha da cana-de-açúcar é uma das grandes responsáveis pela emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. Além disso, seria um caso de saúde pública, visto que há um aumento substancial no número de doenças respiratórias entre crianças e idosos, principalmente nas cidades limítrofes da produção canavieira, o que teria gerado infindáveis processos na justiça contra as usinas.

O protocolo antecipou os prazos legais paulistas para a eliminação da prática da queima, de 2021 para 2014 nas áreas onde é possível realizar a colheita mecanizada e de 2031 para 2017 nas áreas para as quais não existe a tecnologia adequada para a mecanização. O citado protocolo é um acordo voluntário pioneiro que conta com a adesão de mais de 170 unidades agroindustriais e 29 associações de fornecedores, que juntos representam mais de 90% da produção paulista.²¹

Cabe destacar que o trabalho de corte de cana-de-açúcar crua realizado por uma colhedora equivale ao trabalho de oitenta a cem homens. Sem a queima da palha, o corte manual é considerado inviável por causa dos riscos de acidente. Além disso, a produção homem/dia na cana crua é muito baixa.

Em função disso, a mecanização da colheita cresceu bastante a partir de 2007, evidenciando o papel preponderante desempenhado pela legislação ambiental paulista. Conforme informa a Tabela 4, mais de 80% da cana produzida pelas usinas já é colhida mecanicamente no Centro-Sul, aumento de quase 150% em relação ao nível praticado em 2005.

Tabela 4 | Evolução da mecanização agrícola na cana-de-açúcar na Região Centro-Sul, 2005-2012 (em %)

Centro-Sul	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Colheita mecânica – própria	34,7	36,7	42,8	53,4	60,1	72,8	79,2	85,1
Colheita crua – própria	21,0	25,1	29,9	38,2	42,9	52,5	66,3	73,8
Colheita queimada – própria	13,7	11,6	12,9	15,2	17,1	20,3	13,0	10,8
Colheita manual – própria	65,3	63,3	57,2	46,6	39,9	27,2	20,8	14,9
Plantio mecânico – própria			8,9	24,8	32,6	35,1	47,8	59,6

Fonte: CTC.

Em relação ao plantio, o processo manual, por muito tempo, foi hegemônico no Brasil. Contudo, a partir dos anos 1990, com o início da colheita mecanizada, começava também a crescer o interesse pela mecanização do plantio. Anos depois de a evolução da colheita mecânica ser acelerada,

²¹ Além da queima, o protocolo dispõe sobre outros temas de relevância, como a conservação do solo e dos recursos hídricos, a proteção das matas ciliares e recuperação de nascentes. Tal movimento acerca da legislação em prol do término da queima teria se iniciado em 2002, quando entrou em vigor a Lei das Queimadas, Lei 11.241, de 19 de setembro de 2002, em São Paulo. O referido protocolo foi fundamentado nessa lei.

em face dos protocolos ambientais a favor do fim das queimadas, o plantio mecanizado foi ocupando seu espaço em função, principalmente, da crescente falta de mão de obra no campo, em virtude de a colheita mecanizada ter dispensado contingentes que estariam disponíveis para atuar nos três meses que envolvem o plantio. Conforme evidencia a Tabela 4, o plantio mecânico já representa quase 60% das áreas próprias das usinas na Região Centro-Sul, nível quase sete vezes superior ao verificado em 2007.

Desempenho dos sistemas mecanizados utilizados pelo setor canavieiro

O avanço da mecanização tanto no plantio como na colheita vem revelando certas deficiências no desempenho e, em alguns casos, vem se mostrando menos eficiente do que o sistema manual. Ainda que deva ser considerada a dificuldade de oferta de mão de obra treinada para realizar as operações mecanizadas, ou mesmo a inadequação de determinadas variedades de cana à mecanização, é necessário avaliar se as atuais tecnologias de mecanização agrícola poderiam ser mais bem desenvolvidas.

Plantio

A cana-de-açúcar se propaga vegetativamente por meio de gemas²² laterais. Tradicionalmente, a multiplicação de canaviais é feita por meio de rebolos,²³ com comprimento de duas a três gemas, extraídos de colmos produzidos em viveiros. O plantio da cana-de-açúcar envolve quatro etapas principais: a colheita de mudas em local distinto da área de plantio; o transporte até a área de plantio; a distribuição das mudas nos sulcos e, por último, a pulverização e cobertura das mudas [Braunbeck e Magalhães (2010)].

Problemas identificados

Em relação à mudança, em maior intensidade, a partir de 2006, do plantio manual para o plantio mecanizado, o principal problema verificado pelas usinas foi a necessidade do aumento significativo da quantidade dos tole-

²² Porção da cana situada nos nós existentes no colmo, responsável pela propagação da planta.

²³ Fração do colmo com o corte característico do facão picador ou do corte de base, em ambas as extremidades. O colmo, por sua vez, é um tipo de caule comum em gramíneas como a cana-de-açúcar, bambu etc., em que nós e entrenós são bem visíveis e podem ser ocos (bambu), ou cheios (cana-de-açúcar). No da cana-de-açúcar, é onde se concentra o caldo, que contém o açúcar.

tes²⁴ necessários para o plantio de um hectare de cana-de-açúcar. Quando o sistema era manual, eram necessárias, em geral, de dez a 12 toneladas de toletes para plantar um hectare, o que gerava, em média, oitenta toneladas de cana por hectare em um ano. Ao fim do ciclo produtivo, depois de cinco anos, são gerados cerca de 400 t/ha.

Com a introdução do plantio mecanizado, verificou-se que eram necessárias de 16 a vinte toneladas de toletes para a obtenção dos mesmos resultados. Dessa forma, tal situação representa um sensível aumento de custos, mesmo considerando-se que, por outro lado, há uma redução significativa da mão de obra envolvida – em que pese haver também incremento de custos, referentes tanto ao CAPEX quanto ao OPEX relativos à aquisição e operação das máquinas envolvidas.

Uma das principais razões para a necessidade do elevado número de toletes no plantio é que as gemas neles presentes são muito sensíveis, fáceis de serem danificadas, o que ocorre frequentemente durante todo o processo. A começar pela colheita das mudas, que é feita com uma colhedora de cana-de-açúcar adaptada com *kit* de emborrachamento. Nessa etapa, muitos toletes já são recolhidos com gemas danificadas. Logo depois da colheita, esses toletes sofrem nova agressão em sua passagem para os veículos de transbordo que vão levá-los para o local de plantio. E novamente passam por outra agressão ao serem despejados nas plantadoras.

Dessa forma, a alternativa dos usineiros é aumentar a quantidade de toletes por hectare, a fim de tentar compensar, ao menos em parte, a esperada perda de gemas viáveis. Some-se a isso o fato de que, na tecnologia atual de plantadoras, não existe ainda uma que consiga dosar adequadamente a quantidade de toletes a serem lançados no sulco, por unidade de tempo e área. E, com o incremento de toletes maior do que o necessário, ocorre também o aumento da competição entre eles. Dessa forma, nem todas as gemas vão germinar, o que também é mais um fator que prejudica todo o processo de plantio.

Outro ponto importante é a busca por ampliar a eficiência da operação de plantio. Atualmente, as plantadoras, até mesmo por terem que transportar cerca de seis toneladas de toletes, só estão aptas a plantar, no máximo, duas linhas de cada vez. Essa característica aumenta a necessidade de trá-

²⁴ Parte do colmo da cana-de-açúcar que tem uma ou mais gemas.

fego para a conclusão do plantio em determinada área, aumentando assim o pisoteamento do solo (compactação), que é um dos principais fatores de queda de produtividade a médio e longo prazos nas lavouras de cana-de-açúcar brasileiras.

Também é fundamental que as linhas de plantio estejam bem-alinhadas durante o processo, a fim de facilitar a operação de colheita, evitando o pisoteamento e, principalmente, garantindo que as máquinas envolvidas no processo só trafeguem no espaço entre linhas, e nunca por cima da linha onde a cana é plantada, fato ainda comum. O presente desenho das máquinas impõe limites para o desenvolvimento e a difusão das melhores práticas de manejo agrícola.

Tais problemas conjugados requerem não só que as máquinas envolvidas no processo sejam aperfeiçoadas, como também que todo o processo de plantio seja revisto. E, de preferência, que as máquinas venham a se adequar aos melhores processos de preparo e cultivo do solo.

Possíveis soluções

Em primeiro lugar, é necessário melhorar o processo da colheita dos toletes das mudas. Como foi comentado, é usada uma colhedora de cana-de-açúcar adaptada com *kit* de emborrachamento para desempenhar essa função. Decerto, precisa-se desenvolver uma nova tecnologia para a colhedora de mudas, ou um novo processo de recolhimento, que reduza a chance da danificação das gemas não só durante a colheita, mas também nos processos da passagem dos toletes da colhedora para o veículo de transbordo e deste para as plantadoras. Para tanto, uma possibilidade seria, por exemplo, a criação de algum novo processo que envolva o transporte dos toletes por meio de um *container* que os coloque diretamente na plantadora, sem a necessidade, portanto, das movimentações dos toletes previamente descritas.

Em relação à dosagem das mudas pela plantadora, é necessário o desenvolvimento de tecnologias capazes de garantir a exata distribuição de toletes nos sulcos, de preferência colhidos anteriormente, com a mais alta taxa possível de gemas viáveis, de forma a alcançar as melhores práticas da agricultura de precisão, as quais já são muito utilizadas na cultura de cereais. Para tanto, *softwares* que mapeiem a produtividade do terreno e comandem a resposta adequada, em tempo real, para a plantadora, também precisam

ser desenvolvidos e inseridos na máquina, ou seja, há necessidade de maior automação. É certo que, com mais essa evolução, seria reduzida em muito a necessidade de colocação elevada de toletes para serem plantados por hectare.

Em relação ao aumento das linhas de produção e seu alinhamento no processo de plantio, é necessário desenvolver processos/máquinas capazes não só de operar um número maior de linhas por vez, como também de garantir o uso dos mais modernos recursos informatizados, de telecomunicações, de georreferenciamento (GPS), de piloto automático, assim como a utilização de *softwares* de logística e de planejamento e controle da produção, visando, até, integrar o controle e a comunicação das usinas com as frentes de trabalho agrícolas em tempo real, o que otimizaria o trabalho da grande frota de máquinas e veículos agrícolas envolvida nesse processo.

Por fim, tais soluções se encontram no paradigma atual da reprodução da cana por meio de toletes que, em média, têm três gemas e comprimento de 20 cm a 45 cm, mas que envolvem grandes massas a serem transportadas no processo. Conforme mencionado, o plantio dos cereais leva muita vantagem em relação ao plantio da cana, em função, sobretudo, da reduzida dimensão de suas sementes, o que torna todo o processo de manipulação/plantio mais facilitado.

Para a cana-de-açúcar, já está sendo pensada, e pode vir a ser uma boa solução, a tentativa de se criar uma espécie de semente a partir de um meristema tropical. Com isso, seria obtida alta redução dos custos de produção e de métodos e máquinas envolvidos no preparo, plantio e manejo do solo, o que revolucionaria todo o setor sucroenergético.

Uma primeira tecnologia já testada a fim de alcançar essa redução teve por objetivo a propagação da cana-de-açúcar por meio de uma única gema, com o rebolo reduzido, tratado e condicionado para evitar pragas e doenças, com reserva energética suficiente para até o sistema radicular se desenvolver [Braunbeck e Magalhães (2010)]. Se bem-sucedida, essa nova tecnologia envolverá a mudança de práticas e máquinas agrícolas.

Colheita

A colheita de cana-de-açúcar mecanizada é realizada com a utilização de grandes colhedoras, que, nos últimos cinquenta anos, evoluíram bastante no que tange à capacidade efetiva de colheita. A princípio, as colhedoras

eram capazes de colher apenas 15 toneladas de cana queimada por hora, ao passo que atualmente, as mais modernas colhem setenta toneladas de cana crua por hora. Trata-se, pois, de incremento significativo, uma vez que a colheita de cana crua representa ambiente de trabalho bem mais adverso do que o de cana queimada. Em que pese que o processo de produção que prevaleceu no Brasil foi o australiano, de colheita de cana picada, o mesmo utilizado até os dias de hoje, muitos itens podem e devem ser melhorados, o que, no limite, poderá substituir a rota tecnológica vigente.

Cabe ressaltar que o processo australiano de colheita de cana picada foi bem-sucedido na eliminação da operação de carregamento de colmos inteiros e na viabilização do manuseio a granel da cana, à semelhança do que ocorre com os cereais. O processo de colheita de cana picada envolve 11 operações básicas: o corte dos ponteiros, o levantamento e alinhamento dos colmos, o tombamento dos colmos, o corte de base dos colmos, o levantamento da base dos colmos, o ordenamento paralelo, a picagem, a ventilação primária, o transporte com elevação, a ventilação secundária e a descarga a granel. Essa combinação de operações permite que o sistema de cana picada efetue o despalhamento e obtenha melhor *performance* para a colheita de canaviais tombados, características que o fizeram prevalecer sobre outras rotas [Braunbeck e Magalhães (2010)]. Entretanto, esse sistema apresenta também vários problemas a serem solucionados.

Problemas identificados

Um dos principais problemas é, decerto, o incremento do tráfego envolvido nas lavouras de cana-de-açúcar, o que acarreta aumento do pisoteamento e, por conseguinte, da compactação do solo. Com o tempo, este vai sendo degradado, o que afeta diretamente sua produtividade. Se medidas não forem tomadas de forma adequada para tentar atenuar esse problema, poderá ocorrer grande degradação nos solos cultivados com cana.

Outro ponto importante envolve a produtividade da colheita, uma vez que as máquinas, em geral, colhem apenas uma linha de cana-de-açúcar, em função da grande massa a ser colhida e da largura de suas bitolas. Apenas recentemente entraram em operação máquinas capazes de colher duas linhas por vez. Quanto mais linhas puderem ser colhidas no processo, maior será a quantidade de cana-de-açúcar a ser colhida por unidade de tempo, o que melhoraria a produtividade e a sustentabilidade da produção. Destaca-se que, no paradigma atual, as máquinas que colhem ape-

nas uma linha já pesam cerca de 19 toneladas. Logo, seguindo o modelo usado hoje, caso se tentasse aumentar muito mais o número de linhas, as máquinas ficariam maiores e mais pesadas, o que inviabilizaria sua produção, tanto por causar danos aos canaviais, quanto pela difícil logística de deslocamento, ou seja, do transporte das máquinas para as usinas e destas para os canaviais.

O desgaste de materiais envolvidos na colheita é também outra questão relevante a ser considerada, uma vez que, em função da resistência e abrasividade da cana-de-açúcar, as facas da colhedora ficam cegas rapidamente, em cerca de oito horas. No entanto, tal fato acontece em virtude de a faca cortar não só a planta, mas também a terra. Uma vez que a terra fosse retirada do processo de corte, seria possível, até, utilizar facas mais finas, facilitando ainda mais o corte, bem como a manutenção dos fios por mais tempo.

Além disso, essa situação acarreta em sensível aumento do consumo de combustível, uma vez que a potência do cortador de base que atualmente é de 50 HP a 60 HP poderia ser reduzida para cerca de 1 HP sem em nada comprometer o corte eficaz da cana-de-açúcar. Ainda em relação ao consumo excessivo de combustível, cabe ressaltar que a colhedora está consumindo em torno de um litro de diesel por cada tonelada de cana colhida. Se for contabilizado o transbordo que a acompanha, chega-se ao consumo de 1,3 l/t, entre colheita e transporte, em virtude não apenas do peso da máquina, mas também para proceder ao corte de base.

Outra questão é que o cortador de base, que contém os dois discos rotativos que cortam a cana-de-açúcar, em função de também cortar a terra, acaba sendo um dispositivo muito pesado, com cerca de 450 kg. Por essa razão, esse acessório tem grande inércia, não conseguindo acompanhar adequadamente as alterações do terreno, o que só agrava o problema. Uma tentativa de solução é posicionar o cortador um pouco mais alto, mas então muitas vezes a cana-de-açúcar será cortada em posição alta demais no colmo, o que é bastante prejudicial em relação à produtividade.²⁵

A utilização das colhedoras em terrenos com declividade acima de 12% é outra limitação dessas máquinas a ser considerada. De fato, uma vez que

²⁵ Grande parte da porção mais nobre da cana-de-açúcar, que é o caldo, encontra-se justamente perto da base, ficando no fragmento deixado no solo, sem ser colhida.

as colhedoras, *grosso modo*, colhem apenas uma linha, tendo bitola estreita, apresentam falta de estabilidade ao tombamento e também direcional [Magalhães e Braunbeck (2010)].

A inaptidão das colhedoras para trabalhar em canaviais que tenham cana tombada é outra limitação grave dessas máquinas, uma vez que nos canaviais mais produtivos, acima de 120 t/ha, o tombamento é um problema recorrente. Sendo assim, a própria busca de variedades de cana mais produtivas pode ficar inviabilizada, ou afastada, pois não haveria como fazer a colheita destas posteriormente. Este é mais um exemplo de como a máquina utilizada pode vir a impor limites a melhores práticas, processos e tecnologias de produção da cana-de-açúcar.

Apontado por especialistas do setor, o elevado índice de perdas, visíveis e invisíveis, é outro ponto importante a se considerar. Com a colhedora atual, essas perdas ficam entre 8% e 10%, números extremamente altos, quanto mais se comparados às colhedoras de cereais, para as quais um índice de 2% de perdas já seria preocupante. Em geral, só se contabilizam as perdas visíveis do processo, que envolvem pedaços de cana-de-açúcar e toletes, fazendo com que o número fique em torno de 5%. Entretanto, se forem contabilizadas também as perdas invisíveis, que são serragem, caldo e pequenos estilhaços, seriam alcançados os outros 5% de perdas. Corte da base, despontamento, picagem da cana e separação da palha são os motivos dessas perdas, sendo este último item o maior de todos, já que para obter a cana livre da palha, as perdas aumentam consideravelmente.

Possíveis soluções

Uma das principais maneiras de reduzir o tráfego e o pisoteamento envolvidos nas lavouras de cana seria a mudança de quase todo o processo de plantio, a passagem do atual, conhecido como convencional, para o chamado plantio direto,²⁶ ou mínimo. Dessa forma, diversas máquinas e equipamentos não mais seriam utilizados, contribuindo assim para resolver o

²⁶ Trata-se de um sistema diferenciado de manejo de solo que visa diminuir sobre ele o impacto da agricultura e das máquinas agrícolas. Nele, a palha e os demais restos vegetais de outras culturas são mantidos na superfície do solo, garantindo-lhe cobertura e proteção contra processos danosos, tais como a erosão. O solo só é manipulado no momento do plantio, quando é aberto um sulco onde são depositadas sementes e fertilizantes. Não existe, além do supracitado, nenhum método de preparo do solo. O mais importante controle nesse modo de cultivo é o das plantas daninhas, por meio do manejo integrado de pragas, doenças em geral e plantas infestantes. Também é muito importante para o sucesso do sistema que seja utilizada a rotação de culturas.

problema do tráfego e pisoteamento excessivo em sua raiz. Outra maneira seria o desenvolvimento de colhedoras de bitolas mais largas que pudessem, em razão dessa característica, processar número maior de linhas. Se isso fosse feito, assim como acontece nas colhedoras de cereais, que têm plataformas de colheita bem mais largas que suas bases motrizes, seria possível diminuir muito a área trafegada. Cabe ressaltar também que o aumento do número de linhas de cana-de-açúcar colhidas melhoraria a produtividade de tais máquinas.

Em relação ao equipamento responsável pelo corte de base das máquinas, ao consumo das facas e ao consumo de combustível, cujos problemas gerados, como visto, estão de certa forma, interligados, as soluções seriam as seguintes: em primeiro lugar, desenvolvimento de um equipamento de corte mais leve, menos potente e que acompanhasse as irregularidades do terreno. Dessa forma, o novo sistema, não tão pesado, acompanharia a superfície do terreno, cortando “certo”, pois manteria sempre a faca alguns centímetros acima da superfície do solo, aproveitando mais a cana-de-açúcar. Com isso, seriam poupadas as facas de corte da máquina, pois a terra não estaria sendo cortada conjuntamente. Logo, as facas poderiam ser mais finas e afiadas, melhorando, portanto, o corte; e a potência da máquina poderia ser menor, pois apenas a cana-de-açúcar estaria sendo cortada. Com a redução da potência de corte, um importante item, o cortador de corte de base, responsável pelo alto consumo de combustível da colhedora, estaria sendo substituído por um sistema de corte bem mais econômico.

Em relação ao limite de declividade do terreno (até 12%) e ao problema de estabilidade ao tombamento, necessário seria o desenvolvimento de colhedora que cortasse número maior de linhas e que, portanto, tivesse sua largura aumentada. Quanto à estabilidade direcional, esta surge como consequência dos componentes transversais de peso que tendem a desviar a máquina da trajetória correspondente às linhas de plantio. Tal questão pode ser resolvida, basicamente, por meio de recursos de direção e de tração nas quatro rodas [Magalhães e Braunbeck (2010)].

No tocante ao tombamento dos canaviais e ao concomitante entrelaçamento decorrente de sua alta produtividade, tais questões ainda estão aguardando o desenvolvimento de tecnologia de colhedora ou de processos de colheita capazes de resolvê-las. Com a tecnologia atual, a utilização

de colhedora de uma linha, conjuntamente com a redução de velocidade de operação da máquina, pode atenuar tais problemas.

Em relação às perdas visíveis e invisíveis, uma possibilidade seria a colheita da cana integral (conjuntamente com a palha), já em desenvolvimento. Portanto, uma limpeza parcial na colhedora, combinada com uma planta estacionária de limpeza a seco na usina, parece ser a solução mais adequada, pois evita perdas na colhedora e permite ajustar o percentual desejado de recuperação de palha para energia, deixando no campo a cobertura requerida para o controle de ervas daninhas e proteção do solo [Magalhães e Braunbeck (2010)].²⁷

Irrigação na lavoura de cana-de-açúcar

A irrigação ainda não é uma realidade nas plantações de cana-de-açúcar no Brasil por seus custos serem considerados elevados. Apesar de muitos afirmarem que a irrigação deve ser incentivada, outros consideram que seria a variedade da cana mais resistente ao déficit hídrico o mais indicado para receber incentivo, quer seja no plantio nas áreas de expansão, quer seja por problemas climáticos. Por enquanto, o simples fato de se deixar a palha no campo ameniza bastante o problema de falta de água, visto que mantém a umidade do solo.

Na decisão pela utilização de irrigação, questões como o período de seca e com que regularidade ele ocorre, a disponibilidade de água e a que distância está a água da lavoura influem diretamente, uma vez que tais questões refletem diretamente no CAPEX e no OPEX da operação.

A irrigação na cana-de-açúcar é uma tecnologia ainda pouco disseminada e bem inicial em sua curva de aprendizagem. De acordo com alguns entrevistados, o que se ganha em aumento de produtividade se compensa pelo aumento do custo, o que leva as usinas a escolher áreas para plantio mais seguras, que dispensem esse investimento.

²⁷ Cabe salientar que o BNDES está apoiando, no âmbito do Fundo Tecnológico (BNDES Funtec), projeto liderado pelo Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bietanol (CTBE) para o desenvolvimento de estrutura autopropelida de tráfego controlado (ETC), cujo objetivo é realizar todas as operações envolvidas no ciclo agrícola da cana-de-açúcar: plantio, tratamentos culturais e colheita. A proposta desse equipamento é inovadora, uma vez que, por conter bitola de 9 m, cabines de controle e frentes de colheita capazes de se deslocar e girar sobre seu próprio eixo, propicia não só o plantio e a colheita em um maior número de linhas, como também a redução de tráfego e manobras nos talhões de cana-de-açúcar.

Principais fatores determinantes do desempenho dos sistemas de mecanização agrícola da cana

Conforme já discutido, a lavoura de cana-de-açúcar, em âmbito mundial, com extensão de 26 milhões de hectares, é pequena se comparada com outras culturas predominantes, em especial a de cereais, que ocupa área plantada de cerca de setecentos milhões de hectares. Pode-se até constatar que os padrões de mecanização no setor agrícola são ditados pelos cereais, com a cultura da cana, vindo, *grosso modo*, a reboque das práticas adotadas nessas outras culturas. Saliente-se o fato de que a mecanização adotada na cultura de cereais já tem, ao menos, 150 anos de adaptação e aperfeiçoamento, ao passo que, no caso da cana-de-açúcar, essa evolução tem cerca de cinquenta anos, ou seja, ainda se encontra em estágio inicial de adaptação e aprimoramento.

Cabe ressaltar que a cana-de-açúcar, além de ser uma planta muito complexa, tanto biologicamente como geneticamente, em comparação aos cereais, envolve desafios importantes no que tange às operações de plantio e colheita, em função, sobretudo, das elevadas quantidades de massa envolvidas nesses processos.

No caso dos cereais, o plantio é feito por meio de sementes, muito mais fáceis de serem manipuladas, por serem pequenas esferas, muito leves e numerosas. No caso da soja, por exemplo, são necessários 15 kg de sementes para o plantio de um hectare. Todavia, o plantio da cana-de-açúcar é feito por meio de toletes, que são porções do colmo da cana, com dimensões de 20 cm a 45 cm, contendo de duas a três gemas, que têm de ser distribuídos no solo, exigindo o uso de plantadoras com capacidade de 6 t cada. Nessas condições, são necessárias 16 t a 20 t de cana para o plantio de um hectare.

A situação, comparada à dos cereais, agrava-se ainda mais quando se trata da colheita. Para se ter uma ideia, enquanto nos cereais a colheita de um hectare corresponde à retirada, em média, de cerca de 2 t a 3 t de massa, na cultura da cana-de-açúcar envolve a retirada de cerca de 70 t, em média, podendo chegar a 120 t. Por esse motivo, as colhedoras de cana e, subsidiariamente, as plantadoras precisam ser máquinas bem mais robustas do que as utilizadas em cereais, pois estão submetidas a um ambiente muito mais adverso.

No caso das colhedoras de grãos, a demanda mundial chega à ordem de 65 mil a 75 mil máquinas por ano, enquanto as colhedoras de cana

alcançam apenas 1,6 mil a 1,8 mil colhedoras por ano; e o Brasil é responsável por mais de dois terços da demanda. Portanto, para a indústria de fabricantes de colhedoras, o mercado de cana-de-açúcar é, de fato, pequeno comparativamente.

Diante dos dados expostos, é possível inferir que a lavoura de cana-de-açúcar encontra-se em situação de desvantagem em relação à alocação de recursos de P&D se comparados aos que são alocados no desenvolvimento da mecanização para a cultura de cereais, pois não se consegue diluir tais gastos por uma escala grande de produção. Mas é a cultura da cana-de-açúcar, quer seja por ser mais complexa, quer seja por exigir mais das máquinas no processo de plantio e colheita e ter menos tempo de evolução em relação à cultura de cereais, que exige um nível de investimento muito mais alto, a fim de se reduzir a defasagem tecnológica que hoje existe. Em razão disso, pode ser necessário que sejam disponibilizados incentivos governamentais para gastos em P&D, a fim de minorar essa situação de desvantagem da cana-de-açúcar. Se o setor vier a depender exclusivamente de recursos de mercado, pode ser que eles não venham nos volumes e no tempo que o desenvolvimento da cultura canavieira hoje exige.

Atual apoio de BNDES e Finep à atividade de P&D agrícola do setor sucroenergético

Esta seção procura quantificar o apoio das principais instituições federais de fomento a P&D – BNDES e Finep – a projetos voltados ao desenvolvimento de tecnologias agrícolas para o setor canavieiro. O objetivo é avaliar se, ao menos no que se refere ao suporte financeiro público, tem havido estímulo adequado para o desenvolvimento de tecnologias agrícolas que, conforme visto, não vem avançando de forma plenamente satisfatória.

A base de dados utilizada para o levantamento foram os respectivos sistemas operacionais da Finep e do BNDES; e os parâmetros da consulta permitiram trazer informações dos projetos ativos²⁸ de desenvolvimento tecnológico relativos a qualquer etapa da produção agrícola da cana. Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 5.

²⁸ Consideram-se projetos ativos aqueles em que ainda há desembolsos de recursos ou ainda estão em fases de execução. Não são considerados os projetos já encerrados ou que já foram completamente amortizados.

Tabela 5 | Carteira conjunta BNDES-Finep de projetos de P&D agrícola para cana-de-açúcar (em R\$ milhões)

Conjunta	Crédito	FNDCT/Funtec	Subvenção	Total
Variedades	130,50	40,83	-	171,33
Clássico	105,71	38,60	-	144,30
Transgênico	24,80	2,24	-	27,03
Plantio e colheita	4,04	21,94	17,60	43,59
Outros	-	-	6,24	6,24
Total	134,54	62,78	23,84	221,17

Fonte: BNDES e Finep.

Conforme se pode ver, o apoio federal alcançou, até o início de 2013, carteira total de cerca de R\$ 220 milhões, sendo pouco mais de R\$ 170 milhões dedicados ao melhoramento genético de cana e o restante, em sua maior parte, para o desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas canavieiros.

Para se ter uma ideia da magnitude desses recursos, ao se considerar que o desenvolvimento de uma variedade de cana superior comercialmente custa, em média, R\$ 150 milhões, o total financiado hoje por BNDES e Finep seria suficiente para o desenvolvimento de apenas uma nova variedade de cana.

Ademais, nos projetos de melhoramento de cana, observa-se que apenas uma parte pequena, inferior a 20%, envolve o desenvolvimento de variedades transgênicas, o que evidencia a menor prioridade justamente para a rota tecnológica que, conforme visto, apresenta maior potencial de ganhos quando comparada ao melhoramento clássico.

Ao analisar os dados relativos aos instrumentos financeiros de maior mitigação de risco – Finep FNDCT, BNDES Funtec e Finep Subvenção –, que operam de forma não reembolsável, verifica-se que os projetos para melhoramento de cana estão sendo apoiados com cerca de R\$ 41 milhões.

Desse total, apenas pouco mais de R\$ 2 milhões foram destinados ao melhoramento transgênico e, além disso, não foi encontrado sequer um projeto de subvenção, o que evidencia a inexistência de projetos de maior risco realizados por empresas. Assim, todos os projetos apoiados com recursos não reembolsáveis são liderados por universidades e institutos

de pesquisa, indicando o caráter de pesquisa mais básica e, portanto, de menor capacidade de gerar inovações no curto e no médio prazos.

Já em relação ao apoio às tecnologias de plantio e colheita, dos cerca de R\$ 43 milhões em carteira financiados por BNDES e Finep, mais de 90% são apoiados por meio de instrumentos não reembolsáveis, o que evidencia o caráter mais arriscado dos projetos. Contudo, mais da metade desses investimentos são liderados por universidades e institutos de pesquisa, o que novamente evidencia a natureza mais científica e menos comercial dessas iniciativas.

Diante disso, pode-se dizer que o apoio federal à atividade de P&D agrícola canavieira, além de ser incompatível com as necessidades do setor, deveria ser redirecionado para rotas tecnológicas de maior potencial, como a transgenia e sistemas mais eficientes de plantio e colheita. Ademais, deveria haver um maior equilíbrio na utilização de instrumentos não reembolsáveis entre empresas e instituições de pesquisa/universidades.

Alternativas de política de fomento às inovações agrícolas para cana

O cenário descrito até aqui aponta para uma clara defasagem tecnológica significativa na produção da cana-de-açúcar. Conforme visto, a produtividade atual, da ordem de 11.000 kg de ATR/ha, poderia chegar a algo em torno de 60.000 kg/ha, volume quase seis vezes maior. Além disso, o ritmo da evolução tecnológica vem perdendo fôlego nos últimos anos.

Considerando-se o ritmo dos últimos quarenta anos, cujo crescimento médio da produtividade agrícola tem se situado em torno de 1% a.a., seriam necessários aproximadamente duzentos anos para que esse potencial fosse atingido.

O aumento crescente do custo de produção de etanol e açúcar, cuja participação dos custos agrícolas é de cerca de 70%, torna esse cenário de lento crescimento de produtividade ainda mais preocupante. O aumento do consumo doméstico de gasolina em detrimento do etanol ilustra, de certo modo, essa perda relativa de competitividade do setor.²⁹

²⁹ Para uma discussão mais detalhada dos fatores que têm inibido o desenvolvimento da produção de etanol no Brasil, ver Milanez *et al.* (2012).

Entre os diversos fatores determinantes desse cenário, ressalta-se o fato de que o investimento no desenvolvimento tecnológico vem sendo feito em ritmo e intensidade incompatíveis com a importância do setor para o Brasil.

Por um lado, do ponto de vista de retorno social, a indústria sucroenergética cumpre papel de alta relevância para o Brasil, seja pela capacidade de: (i) gerar internamente valor econômico,³⁰ (ii) abastecer mais da metade do consumo de combustíveis de sua frota de veículos leves,³¹ (iii) proporcionar a geração de bilhões de dólares em divisas, tanto por meio de exportações³² quanto pela substituição de importações³³ e (iv) adicionar significativo potencial elétrico à rede.³⁴

Por outro lado, a lavoura de cana é, em nível mundial, quase trinta vezes inferior à lavoura de cereais, o que limita os investimentos em P&D a volumes menores, essencialmente dedicados a avanços incrementais. Contudo, por ter maior complexidade genética e por serem maior o volume e a quantidade de biomassa por hectare que precisam ser manejados, o desenvolvimento de tecnologias agrícolas para cana é, sem dúvida, mais desafiador e, na opinião de especialistas, mais dispendioso. Combinados, esses fatores geram uma situação de relativa baixa atratividade para investimento em P&D, quando comparada à situação dos cereais.

Na atual conjuntura, portanto, é possível dizer que se observa um agravamento do clássico problema advindo da discrepância entre os retornos privado e social do investimento em P&D [North e Thomas (1973)].

³⁰ Segundo Varrichio (2012), a importância econômica da indústria da cana é comparável à da automobilística. Para verificar o valor adicionado pela cadeia sucroenergética, a autora utiliza como indicador o Valor de Transformação Industrial (VTI) disponível na Pesquisa Industrial Anual do IBGE. Em 2006, a cadeia sucroenergética apresentou VTI de R\$ 18,18 bilhões; ao passo que a aeronáutica, R\$ 3,42 bilhões; a petroquímica, R\$ 12,32 bilhões; e a automobilística, R\$ 18,46 bilhões.

³¹ Em Milanez *et al.* (2012), estimou-se a atual capacidade instalada de destilarias no Brasil em cerca de 36 bilhões de litros de etanol, ou 25 bilhões de litros de gasolina equivalente. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em 2011 foram consumidos pouco mais de 26 bilhões de litros de gasolina e vinte bilhões de litros de etanol, perfazendo um consumo total de quarenta bilhões de litros de gasolina equivalente.

³² Segundo dados elaborados pela União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica), em 2012, o setor exportou cerca de US\$ 14 bilhões, dos quais US\$ 2 bilhões referentes a vendas de etanol e o restante para açúcar. Considerando que o Brasil exportou cerca de US\$ 250 bilhões, em 2012, a contribuição do setor sucroenergético foi de quase 6%.

³³ Segundo a ANP, em 2012 foram importados aproximadamente quatro bilhões de litros de gasolina. Sem a produção local de etanol de mais de vinte bilhões de litros, as despesas com importação de gasolina mais do que quadruplicariam.

³⁴ Para uma discussão mais detalhada do potencial elétrico do setor canavieiro, ver Nyko *et al.* (2011).

Desse modo, torna-se justificável a criação de mecanismos públicos de fomento que permitam acelerar a velocidade do desenvolvimento das tecnologias agrícolas para cana, pois, se mantido o ritmo atual para os próximos anos, o país enfrentará a intensificação de uma tendência já iniciada de perda crescente da competitividade do setor sucroenergético.

Justificativa para execução de uma ação de fomento coordenada

O modelo inaugurado pelo Plano Conjunto de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS), ao conjugar instrumentos financeiros diversos e, dessa forma, abrir uma “janela de oportunidade” de acesso a mecanismos com maior mitigação de risco, como BNDES Funtec e Finep Subvenção, constitui alternativa interessante para alterar a conjuntura de letargia tecnológica evidenciada pelas seções precedentes.

O acesso a instrumentos de maior mitigação de risco, por operarem de forma não reembolsável, cria uma oportunidade, restrita no tempo, para que os projetos de P&D mais arriscados/dispêndiosos se tornem viáveis, pois a parcela custeada pelo financiamento público permite ajustar o retorno ao risco do investimento, incentivando as empresas a inovar de forma mais radical.

Ademais, o formato PAISS cria uma salutar concorrência entre empresas, o que incentiva todos os envolvidos na indústria a participar da janela de oportunidade e alavancar seus investimentos em P&D. A possibilidade de não acessar os recursos incentivados ao mesmo tempo em que seu concorrente os acessa pode aumentar o risco de a empresa ficar defasada tecnologicamente e, possivelmente, em posição comercial inferior.

Além de atrair novos entrantes e incitar a concorrência, o modelo PAISS permite ainda incentivar a criação de consórcios entre empresas para o desenvolvimento tecnológico. Essa característica se mostra importante no caso de desenvolvimento de tecnologias agrícolas, tendo em vista que: (i) a participação de usuários finais, isto é, usinas de cana, é fundamental para o sucesso comercial das inovações agrícolas que se pretende incentivar e difundir e (ii) as diversas tecnologias agrícolas têm necessariamente de ser desenvolvidas de forma a gerar complementaridades, formando pacotes tecnológicos integrados.

Outra vantagem de uma ação de fomento coordenada é sua capacidade de direcionar o investimento para tecnologias consideradas de maior potencial

econômico. Conforme discutido neste trabalho, entre as possibilidades para superar os desafios tecnológicos que poderiam alterar significativamente o atual patamar de produtividade agrícola, podem-se citar os desenvolvimentos de:

- variedades de cana-de-açúcar voltadas aos ambientes de produção das regiões de fronteira, mais adequadas à mecanização agrícola e com maiores quantidades de biomassa e/ou ATR, enfatizando a utilização de melhoramento transgênico;
- máquinas e implementos para plantio e colheita de cana-de-açúcar, com ênfase na ampliação do uso de técnicas de agricultura de precisão;
- sistemas integrados de manejo, planejamento e controle da produção;
- técnicas mais ágeis e eficientes de propagação de mudas; e
- variedades, máquinas e equipamentos agrícolas e adaptação de sistemas industriais para culturas energéticas compatíveis, complementares ou consorciáveis com o ciclo produtivo da cana-de-açúcar, como cana-energia e sorgo sacarino.

Fomento à pesquisa científica básica

Além do estímulo ao investimento em novas tecnologias agrícolas pelas empresas, há ainda grande espaço para pesquisas de perfil mais científico, sobretudo no que tange aos conhecimentos sobre a biologia da cana, insu-
mo fundamental para avanços tanto no melhoramento transgênico como no clássico.

Embora tenha havido iniciativas importantes, como os programas SucEST e Bioen, cujos resultados foram bem-sucedidos no que se refere ao sequenciamento genético da cana-de-açúcar, ainda restam significativos desafios científicos para que o desenvolvimento de variedades de cana – transgênicas ou não – avance de forma mais rápida no Brasil. De acordo com a opinião de alguns especialistas entrevistados, dentre tais desafios, destacam-se:

- ampliar o mapeamento genético para mais variedades de cana, e mesmo para outras espécies de gramíneas – mais próximas à cana, que tenham potencial para oferecer genes de interesse;
- ampliar conhecimento sobre a fisiologia da cana (fenômica); e

- realizar análise funcional e sistêmica da biologia da cana (genoma funcional e biologia de sistemas).

Um eventual fomento à pesquisa básica, contudo, deve ser necessariamente realizado em conjunto com empresas interessadas em melhorar geneticamente a cana, de forma a orientar os estudos para resultados de maior interesse econômico e, assim, agilizar a utilização dos conhecimentos gerados no desenvolvimento de novas variedades de cana.

Outro tema de pesquisa básica que pode colaborar com o aumento do potencial produtivo da cana seria a avaliação técnico-econômica dos diferentes sistemas de irrigação disponíveis para o setor sucroenergético. Como foi visto, parte dos entrevistados atribui a baixa utilização de irrigação a um possível desconhecimento e/ou incerteza das usinas com relação ao retorno econômico que as diferentes opções tecnológicas podem efetivamente gerar.

Formação técnica em biotecnologia

Na opinião de diversos especialistas entrevistados, é consenso a necessidade de investir na formação de profissionais, gerando sólido conhecimento em biotecnologia, de maneira que fiquem habilitados para desenhar, avaliar e produzir organismos geneticamente modificados em escala industrial, levando em consideração questões de natureza ambiental, regulatória e empresarial. Segundo os entrevistados, os atuais cursos de biotecnologia, além de raros, têm perfil mais teórico do que aplicado, limitando a oferta de profissionais às empresas.

É oportuna, portanto, a avaliação da possibilidade de se estruturarem cursos em níveis de graduação e pós-graduação para formação de profissionais em áreas correlatas à biotecnologia, com ênfase na interface com as empresas do setor de bioenergia, visando ao alinhamento constante do conteúdo programático com as necessidades do mercado.

Mecanismos para acelerar a difusão tecnológica

Uma vez desenvolvidas novas tecnologias agrícolas para cana que, comprovadamente, ofereçam *performances* técnico-econômicas superiores às utilizadas hoje, o BNDES poderia avaliar a pertinência de criar mecanismos que acelerassem sua difusão entre as usinas.

Tal como ocorre atualmente com os sistemas de cogeração mais eficientes,³⁵ cujo nível de participação do BNDES em seu financiamento é superior ao nível em sistemas de média e baixa pressão, as tecnologias agrícolas mais eficientes poderiam receber tratamento semelhante.

Outro mecanismo que pode auxiliar na difusão tecnológica é o prazo de financiamento. Alguns sistemas, como é o caso de certas opções de irrigação, exigem investimento muitas vezes considerado elevado. Tal esforço de investimento poderia ser minimizado se financiado com prazos mais dilatados de amortização.

Conclusão

Este artigo pretendeu oferecer uma avaliação do atual desempenho das tecnologias agrícolas disponíveis para o setor sucroenergético, compreendendo tanto o melhoramento genético como as máquinas e implementos.

No que se refere ao desenvolvimento de novas variedades de cana, não obstante os significativos ganhos alcançados ao longo dos últimos quarenta anos, o aumento de produtividade vem se mostrando cada vez mais lento, sobretudo quando comparado aos aumentos obtidos em outras culturas. Mantido o ritmo atual, seriam necessários quase duzentos anos para que o potencial agrônomo da cana fosse plenamente aproveitado.

Em outra perspectiva, a rápida e intensa difusão da mecanização agrícola, determinada principalmente pelas maiores restrições ambientais relativas à queima da cana, revelou certas deficiências das máquinas e implementos utilizados pelo setor, sobretudo pela compactação do solo e pelo consumo excessivo de mudas. Tais restrições, por seu turno, vêm limitando o desenvolvimento e a difusão de sistemas de manejo mais eficientes.

De fato, enquanto fatores conjunturais são ligados às oscilações de desempenho no curto prazo, fatores estruturais são responsáveis pela tendência de queda dos ganhos de produtividade no longo prazo. Entre os diversos fatores determinantes desse cenário, pode-se dizer que o principal deles reside no fato de que o investimento no desenvolvimento tecnológico vem sendo feito em ritmo e intensidade aquém do desejado.

³⁵ Nos projetos de cogeração com caldeiras de alta pressão, acima de 60 bar, o nível de participação do BNDES pode chegar a até 90%. Nos demais casos, que envolvem caldeiras de pressões inferiores, o nível de participação é de até 80%.

Tal déficit de investimento em P&D, por sua vez, pode ser explicado por dois fatores principais: (i) por ser relativamente pequena, a lavoura mundial de cana-de-açúcar não gera atratividade econômica para investimentos em P&D mais dispendiosos e arriscados e (ii) a maior complexidade genética da cana e os significativos volume e quantidade de biomassa a serem manejados encarecem os esforços de desenvolvimento de tecnologias agrícolas.

Portanto, vive-se uma situação em que a indústria da cana, em razão de seu papel como fonte de abastecimento energético e de geração de divisas, é muito importante para o Brasil. No entanto, por seu tamanho relativamente pequeno no mundo, a cultura da cana atrai pouco interesse no desenvolvimento de novas tecnologias. Pode-se dizer, então, que se está diante de um agravamento do clássico problema advindo da discrepância entre os retornos privado e social do investimento em P&D.

Nesse contexto, justifica-se a criação de mecanismos que permitam compatibilizar os retornos privado e social do investimento no desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas e, com isso, gerar estímulo suficiente para o desenvolvimento de inovações de forma mais rápida e, sobretudo, radical.

Dessa forma, a implementação de mecanismos tais como os sugeridos neste artigo, se bem-sucedida, cumprirá papel determinante para produzir ganhos de produtividade mais rápidos e intensos e, com isso, reconduzir a indústria brasileira de cana-de-açúcar ao posto de mais competitiva do mundo.

Referências

BNDES/CGEE – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL/CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Orgs.). *Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

BRAGA JR., R. L. C.; OLIVEIRA, I. A.; RAIZER, A. J. Evolução das áreas cultivadas com variedades de cana-de-açúcar no Brasil nos últimos vinte anos. *Revista STAB*, v. 30, n. 1, set.-out. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Anuário estatístico da agroenergia*. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES P. S. G. Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). *Bioetanol de*

Cana-de-Açúcar, P&D para Produtividade e Sustentabilidade. São Paulo: Blucher, p. 451-464, 2010.

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. *Censo Varietal e de Produtividade em 2011*, 2012. Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/CTC%20_Censo2011-12baixa.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2013.

DAL-BIANCO, M. *et al.* Sugarcane improvement: how far can we go? *Current Opinion in Biotechnology*, n. 23: 1-6, 2011.

DEMATTÊ, J. L. I. Variedades de cana estão devendo. *Idea News Cana & Indústria*, ano 11, n. 41, p. 16-24, ago. 2012.

DUNHAM, F. B. *Co-evolução da mudança tecnológica e institucional em sistemas de inovação: análise histórica da indústria de álcool combustível no Brasil*. Tese (Doutorado) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DUNHAM, F. B.; BOMTEMPO, J. V.; FLECK, D. L. A estruturação do sistema de produção e inovação sucroalcooleiro como base para o Proálcool. *Revista Brasileira de Inovação*. Campinas, 10(1), p. 35-72, jan.-jun. 2011.

HOTTA, C. T. *et al.* The biotechnology roadmap for sugarcane improvement. *Tropical Plant Biology*, 3:75-87, 2010.

JOAQUIM, A. C. O canavial do futuro. *Revista Opiniões*, abr.-jun. 2012.

MAGALHÃES, P. S. G.; BRAUNBECK, O. A. Colheita de cana-de-açúcar e palha. In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). *Bioetanol de Cana-de-Açúcar, P&D para Produtividade e Sustentabilidade*. São Paulo: Blucher, p. 465-475, 2010.

MAIA, B. A. A. *Política de inovação do etanol celulósico*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, 2010.

MILANEZ, A. Y. *et al.* O déficit de produção de etanol no Brasil entre 2012 e 2015: determinantes, consequências e sugestões de política. *BNDES Setorial*, n. 35, p. 277-302. Rio de Janeiro, BNDES, mar. 2012.

MILANEZ, A. Y.; CAVALCANTI, C. E. S.; FAVERET FILHO, P. S. C. O papel do BNDES no desenvolvimento do setor sucroenergético. In: ALÉM, A. C.; GIAMBIAGI, F. (Orgs.). *O BNDES em um Brasil em Transição*. Rio de Janeiro: BNDES, jun. 2010, p. 335-347.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D. O futuro do setor sucroenergético e o papel do BNDES. In: SOUZA, F. L. (Org.). *BNDES 60 anos: perspectivas setoriais*. 1.ed. Rio de Janeiro: BNDES, out. 2012, p. 62-87.

MOORE, P. H. *Sugarcane Biology, Yield and Potential for Improvement*. Apresentação no Workshop BIOEN sobre melhoramento de cana-de-açúcar, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/materia/5064/bioen/workshop-bioen-on-sugarcaneimprovement-18-e-19-3-2009-.htm>>. Acesso em: 7 fev. 2013.

NYKO, D. *et al.* Determinantes do baixo aproveitamento do potencial elétrico do setor sucroenergético: uma pesquisa de campo. *BNDES Setorial*, n. 33, p. 421-476. Rio de Janeiro, BNDES, mar. 2011.

NORTH, D.; THOMAS, R. P. *The rise of the western world – a new economic history*. Cambridge: Cambridge University Press, 1973.

SIDÔNIO, L. R. *et al.* Inovação na Indústria de Alimentos: importância e dinâmica no Complexo Agroindustrial Brasileiro. *BNDES Setorial*, n. 37, p. 333-370. Rio de Janeiro, BNDES, mar. 2013.

SOUZA, G. M. *et al.* The sugarcane genome challenge: strategies for sequencing a highly complex genome. *Tropical Plant Biology*, n. 34, p. 145-156, jun. 2011.

UEKI, Y. *Industrial development and the innovation system of the ethanol sector in Brazil*. Institute of Developing Economies, 2007.

VARRICHIO, P. C. *Uma análise dos condicionantes e oportunidades em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais: o caso do setor sucroalcooleiro no Brasil*. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

WACLAWOVSKY, A. J. *et al.* Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. *Plant Biotechnology Journal*, 8:263-276, 2010. In: DAL-BIANCO, M. *et al.* Sugarcane improvement: how far can we go? *Current Opinion in Biotechnology*, n. 23:1-6, 2011.

Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global

Bernardo Hauch Ribeiro de Castro

Daniel Chiari Barros

Suzana Gonzaga da Veiga*

Resumo

A indústria global de baterias automotivas vem passando por uma transformação. Com a crescente eletrificação, mesmo veículos com motores a combustão interna tendem a utilizar baterias mais avançadas e que possam fornecer mais energia aos diversos novos sistemas que vão sendo a eles incorporados. A difusão dos veículos elétricos representa ainda uma mudança mais radical na indústria, com a utilização de tecnologias antes restritas à indústria eletroeletrônica. No Brasil, a indústria de baterias automotivas é das poucas de autopeças com predominância de empresas de capital nacional. O presente artigo visa traçar um panorama dessa indústria, apresentar as tecnologias emergentes e discutir as possíveis transformações que o mercado pode sofrer com a introdução dos veículos elétricos. Ainda que eventuais mudanças possam não ser sentidas no curto prazo pela maior parte das empresas brasileiras, o mesmo pode não ocorrer no médio e no longo prazos. A competitividade dessa indústria depende de uma contínua atualização tecnológica e de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D).

* Respectivamente, gerente, economista e estagiária do Departamento de Indústria Pesada da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem os comentários de Haroldo Fialho Prates e Pedro Lins Palmeira Filho, isentando-os da responsabilidade por erros remanescentes.

Introdução

No início do século XX, as baterias automotivas fizeram parte de uma revolução, constituindo-se em uma das diversas indústrias que se estabeleceram com a crescente difusão dos automóveis. Uma das características de uma inovação radical, como foram os automóveis no início do século XX, é possibilitar a criação e o desenvolvimento de novas indústrias, alterando o *status quo* e pondo a indústria tradicional em xeque. No caso, a indústria ameaçada era a de carruagens, bem como sua cadeia produtiva.

Hoje, todos os veículos automotores contêm baterias. Elas foram introduzidas em 1912, quando assumiram um papel semelhante ao atual, substituindo a manivela de ignição e servindo para acionar as luzes. Atualmente, elas servem como fonte de energia para os sistemas auxiliares, que cresceram em quantidade, e para tarefas pontuais, como a ignição.

O início do século XXI indica aspectos semelhantes ao século anterior, com a difusão dos veículos híbridos e elétricos. Assim como a introdução dos veículos a gasolina possibilitou o desenvolvimento dos distribuidores de combustível, com uma grande presença de postos por todo o mundo, a introdução dos veículos elétricos deve, aos poucos, gerar impacto na criação de infraestrutura de recarga.

Ainda que nos veículos híbridos e elétricos a bateria exerça uma função primordial, ela, em geral, é diferente das utilizadas tradicionalmente. Como as baterias passam a ser responsáveis por outras funções, como o próprio funcionamento do motor, a necessidade de energia é cada vez maior, criando uma barreira para a tecnologia tradicional (bateria de chumbo-ácido), presente nos veículos atuais, em que o Brasil dispõe de grande parque industrial. Tal barreira decorre do volume e, sobretudo, do peso dessas baterias, que não seriam compatíveis com um veículo elétrico, embora haja algum espaço para aplicações em alguns tipos de híbridos. Surgem, então, como provável tecnologia dominante, as baterias de íon-lítio, mais leves e com maior densidade energética.

O objetivo do presente trabalho é refletir sobre a indústria de baterias automotivas, buscando identificar caminhos para posicioná-la no novo paradigma da indústria automotiva. Assim, este artigo abarca conceitos do setor automotivo e comentários sobre as tecnologias existentes, o cenário atual de produção de baterias no Brasil, as transformações pelas quais a indústria está passando no mundo e as perspectivas de atuação no novo cenário, su-

gerindo possibilidades de ação do BNDES no posicionamento competitivo das empresas nacionais.

O que é uma bateria?

Uma bateria é um acumulador, que transforma energia química em energia elétrica e vice-versa, normalmente por meio de uma reação de oxirredução. O polo negativo é denominado anodo, no qual ocorre a oxidação, enquanto o positivo é o catodo, em que ocorre a redução. Os elétrons correm do anodo para o catodo, gerando energia elétrica.

As baterias recarregáveis, também chamadas de secundárias, servem a uma grande quantidade de equipamentos portáteis, como celulares, telefones sem fio, *laptops* e máquinas fotográficas, além dos automóveis. Nos automóveis convencionais, a bateria é responsável por alimentar os sistemas elétricos e eletrônicos e é recarregada por um gerador, o próprio motor a combustão que move o veículo. O tipo mais frequente nos automóveis é a chamada bateria de chumbo-ácido (PbA), embora veículos elétricos e híbridos em comercialização, em geral, utilizem outras tecnologias.

Há ainda as baterias primárias, que não são recarregáveis. O Quadro 1 mostra um resumo das tecnologias disponíveis de baterias.

Quadro 1 | Tipos de baterias eletroquímicas selecionadas

	Tipo de bateria	Formato	Exemplos de aplicações
Baterias primárias (descartáveis)	Bateria de zinco-carbono	Cilíndrica ou retangular	Equipamentos portáteis (controles remotos, lanternas, relógios, rádios, brinquedos etc.)
	Bateria alcalina de dióxido de magnésio e zinco	Cilíndrica ou retangular	Equipamentos portáteis (controles remotos, lanternas, relógios, rádios, brinquedos etc.)
	Bateria primária de níquel	Cilíndrica	Câmeras digitais, MP3 <i>players</i>
	Bateria primária de lítio	Cilíndrica, botão, pino ou em módulos	Câmeras digitais compactas, PDA, relógios
	Pilha alcalina de botão	Botão	Jogos e brinquedos eletrônicos portáteis, alarmes de segurança
	Pilha de óxido de prata e zinco	Botão	Termômetros digitais, relógios
	Pilha de zinco-ar	Botão	Aparelhos de audição, <i>paggers</i>
	Pilha de óxido de mercúrio	Botão	Aparelhos de audição, <i>paggers</i>

Continua

Continuação

	Tipo de bateria	Formato	Exemplos de aplicações
Baterias secundárias (recarregáveis)	Bateria de níquel-cádmio	Cilíndrica, retangular ou em módulos	Equipamentos portáteis (controles remotos, lanternas, relógios, rádios, brinquedos etc.), telefones sem fio, ferramentas, luzes de emergência
	Bateria de níquel-hidreto metálico	Cilíndrica, retangular ou em módulos	Equipamentos portáteis (controles remotos, lanternas, relógios, rádios, brinquedos etc.), telefones sem fio, bicicletas elétricas, veículos híbridos
	Bateria de íon-lítio	Cilíndrica, retangular, botão ou em módulos	Incorporadas a equipamentos (barbeadores elétricos, MP3 <i>players</i> , PDA), telefones celulares, filmadoras, câmeras digitais, bicicletas elétricas, ferramentas, jogos eletrônicos, veículos híbridos e elétricos
	Baterias de chumbo-ácido	Retangular	Automóveis, motocicletas, ônibus, caminhões, máquinas agrícolas, empilhadeiras

Fonte: Elaboração própria, com base em Battery Association of Japan (BAJ).

Um automóvel pode conter ainda outros tipos de baterias. Sistemas de abertura sem chave, que permitem o destravamento das portas a distância por meio de um clique em um botão na chave/chaveiro do carro, utilizam normalmente uma bateria de lítio em formato de botão. Esse tipo de bateria também é utilizado para funções de memória, por exemplo, do relógio. Veículos dotados de sensores de pressão dos pneus utilizam baterias de lítio, enquanto luzes de emergência, presentes em alguns modelos, utilizam pilhas comuns.

Para fins do presente estudo, serão abordadas apenas as baterias enquadradas como autopeças, sejam as convencionais, que equipam os automóveis com motor de combustão interna e movidos a gasolina ou álcool, sejam as alternativas, que equipam veículos elétricos e híbridos. A seção seguinte exibe um panorama da indústria brasileira de baterias automotivas.

A indústria brasileira de baterias automotivas

A indústria brasileira de baterias automotivas é totalmente concentrada na produção de baterias de chumbo-ácido. Embora algumas empresas trabalhem com tecnologias mais modernas, que melhoram o desempenho de seus produtos, não há empresas que produzam baterias de níquel-metal hidreto (NiMH) ou de íon-lítio.

Essa indústria constitui-se em um claro exemplo de indústria de autopeças que sobreviveu ao processo de abertura comercial ocorrido no Brasil nos anos 1990, havendo acentuada presença de empresas de capital nacional, que respondem por cerca de 75% do mercado.

O Brasil possui amplo parque industrial de fabricação de baterias. Os estados de São Paulo e do Paraná concentram as atividades no Brasil. A Moura, maior empresa de capital nacional no setor, produz baterias automotivas em Pernambuco e, portanto, o estado também tem participação relevante na produção do país. O Quadro 2 expõe os principais fabricantes e suas respectivas marcas, trazendo ainda informações como as aplicações dos produtos e os mercados de atuação das empresas.

Quadro 2 | Principais fabricantes de baterias automotivas instalados no Brasil

Empresa	Marcas¹	Origem do capital	Localização	Aplicações das baterias	Mercados de atuação	Porte estimado²
Moura	Moura e Zetta	Brasil	Belo Jardim (PE) e Itapetininga (SP)	Veículos, motos, barcos, estacionárias e tracionárias	OEM, reposição e exportação	Grande
Johnson Controls	Heliar, Bosch, Optima, Varta, Freedom	EUA	Sorocaba (SP)	Veículos, motos, barcos, estacionárias e tracionárias	OEM, reposição e exportação	Grande
Ajax	Ajax	Brasil	Bauru (SP)	Veículos, motos, barcos, estacionárias e som automotivo	Reposição e exportação	Médio
Cral	Cral	Brasil	Bauru (SP)	Veículos e tracionárias	Reposição e exportação	Médio
Tudor	Tudor	Brasil	Bauru (SP) e Governador Valadares (MG)	Veículos, motos, estacionárias, tracionárias e som automotivo	Reposição e exportação	Médio
Baterax	Baterax, Woltrax e Energex	Brasil	Umuarama (PR)	Veículos e som automotivo	Reposição	Pequeno
Camarotto	Camarotto	Brasil	Marmeleiro (PR)	n.d. ³	Reposição	Pequeno
Eletran	Eletran	Brasil	Apucarana (PR)	Veículos, tracionária e som automotivo	Reposição	Pequeno

Continua

Continuação

Empresa	Marcas ¹	Origem do capital	Localização	Aplicações das baterias	Mercados de atuação	Porte estimado ²
Enerbrax	Route	Brasil	Bauru (SP)	Motos e <i>jet ski</i>	Reposição e exportação	Pequeno
GNB	Reifor, Herbo e Yokohama	Brasil	Londrina (PR)	Veículos, estacionária, tracionária e som automotivo	Reposição e exportação	Pequeno
Inbracell	Excell	Brasil	Cachoeirinha (RS)	Veículos e tracionária	Reposição e exportação	Pequeno
Júpiter	Júpiter	Brasil	Cianorte (PR)	Veículos, estacionária, tracionária e som automotivo	Reposição	Pequeno
Kania	Kondor, Fort Light e Dutra	Brasil	Rafard (SP)	Veículos e tracionária	Reposição	Pequeno
Newpower	Fulguris	Brasil	Guarulhos (SP)	Estacionárias, tracionárias e industriais especiais	Reposição e exportação	Pequeno
Pioneiro	Pioneiro, Piovox, Conectiva e Arazzo	Brasil	Treze Tílias (SC)	Veículos, motos, estacionária e som automotivo	Reposição	Pequeno
Ranger	Extranger	Brasil	Apucarana (PR)	Veículos, tracionária e som automotivo	Reposição	Pequeno
Rondopar	Max, Fox, Impact e Prac	Brasil	Londrina (PR)	Veículos, motos, barcos, estacionárias e som automotivo	Reposição e exportação	Pequeno

Fonte: Elaboração própria, com base em Batista (2012) e *sites* das empresas.

¹ Inclui marcas com fabricação sob licença.

² Avaliação qualitativa dos autores, não se relacionando com a classificação de porte adotada pelo BNDES.

³ n.d. = não disponível.

O desempenho recente da indústria de baterias automotivas no país é positivo. As vendas vêm crescendo a taxas altas beneficiando-se dos aumentos da produção de veículos e da frota circulante. Conforme será visto, parte da demanda de baterias vem sendo suprida por importações, que se elevaram nos últimos anos.

Produção e vendas

A produção e as vendas de baterias têm como *drivers* os mercados de Original Equipment Manufacturer (OEM) – no caso, as montadoras de veí-

culos –, de reposição e de exportação. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção e as vendas (incluindo mercado externo) cresceram, respectivamente, 30% e 40% entre os anos de 2005 e 2010, como ilustrado na Tabela 1. Na mesma base de comparação, a produção de novos veículos (incluindo os *completely knock-down* ou *complete knock-down* – CKD)¹ cresceu 44,1% e a frota circulante, da qual depende o mercado de reposição, 39,3%.

Tabela 1 | Produção e vendas de baterias automotivas (em milhões de unidades)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	2012*
Produção	14,4	14,5	14,5	16,7	17,4	18,7	19,1	19,6
Vendas	13,1	14,3	13,8	16,1	16,2	18,4	18,7	19,2

Fonte: IBGE/PIA-Produto. Os dados referem-se ao Cnae 2722 (Prodlist 2722.2010).

* Estimativa BNDES.

As vendas para as montadoras são concentradas na empresa brasileira Moura e na norte-americana Johnson Controls. Cada uma tem cerca de metade do mercado de OEM, embora outras empresas eventualmente forneçam para montadoras de menor porte instaladas no Brasil. Em território brasileiro, a Moura possui fábricas em Belo Jardim (PE) e Itapetininga (SP), e a Johnson Controls, que produz baterias com diversas marcas, tem fábrica em Sorocaba (SP).

No mercado de reposição, há maior pulverização, com notável presença de empresas de menor porte de capital nacional. A Moura tem um *market share* de cerca de 30%, contra aproximadamente 25% da Johnson Controls; os 45% restantes estão distribuídos por diversas marcas, com destaque para: Ajax, Cral e Tudor – todas com fábrica própria em Bauru (SP) –, Pioneiro – fábrica em Treze Tílias (SC) –, e Zetta – segunda marca da Moura, produzida em Belo Jardim (PE).

A Tabela 2 exhibe estimativa das dimensões dos mercados de baterias para OEM e para reposição no período de 2005 a 2012.

No período analisado, o mercado de reposição representou cerca de 75% do mercado interno de baterias. De cada quatro baterias comercializadas, calcula-se que três foram destinadas à frota já em circulação.

¹ São conjuntos de peças e/ou componentes de automóveis para exportação que posteriormente serão apenas montados no país receptor.

Tabela 2 | Estimativa do mercado de baterias automotivas* (em milhões de unidades)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
(1) Mercado de OEM	2,5	2,6	3,0	3,2	3,2	3,6	3,4	3,5**
(2) Mercado de reposição	8,2	8,3	8,7	9,3	10,1	11,0	12,2	12,7
(1)+(2) Mercado interno	10,7	10,9	11,7	12,6	13,3	14,7	15,6	16,2

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Anfavea.

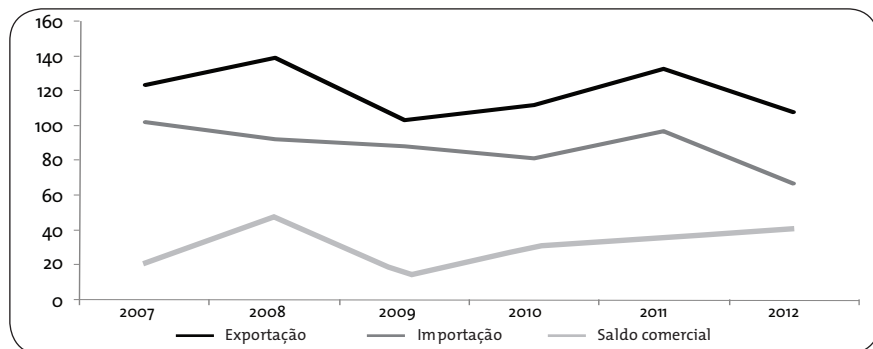
* Considerou-se o mercado de OEM igual à produção de veículos (incluindo CKD) do ano corrente divulgada pela Anfavea. Para o mercado de reposição, com base em dados da Anfavea da frota circulante, estimou-se a frota com mais de três anos (*proxy* para o mercado de reposição potencial) e foi adotada a premissa de que os veículos trocam de baterias a cada dois anos.

** Estimativa BNDES.

Comércio exterior

O comércio exterior de baterias é historicamente superavitário. Isso se deve ao fato de que o Brasil fornece baterias (assim como peças e veículos) em larga escala para o Mercado Comum do Sul (Mercosul), que concentrou 86% das exportações em 2012. Dessas exportações, 60% tiveram como destino a Argentina. No contexto recente, as exportações do setor se recuperaram da crise financeira de 2009, mas ainda estão em patamar abaixo do período pré-crise. Ao mesmo tempo, observa-se um crescimento das importações, sobretudo de origem asiática, que concentrou 85% das importações em 2012 – 52% oriundas da China. Em 2012, o superávit comercial diminuiu em relação a 2011, passando de aproximadamente US\$ 97 milhões para US\$ 67 milhões. A observação dos dados do período recente sugere uma tendência de redução do saldo comercial. O Gráfico 1 aborda a evolução do comércio exterior de baterias no período de 2007 a 2012.

Gráfico 1 | Baterias: exportação, importação e saldo comercial (em US\$ milhões)



Fonte: MDIC/Secex/Aliceweb2.

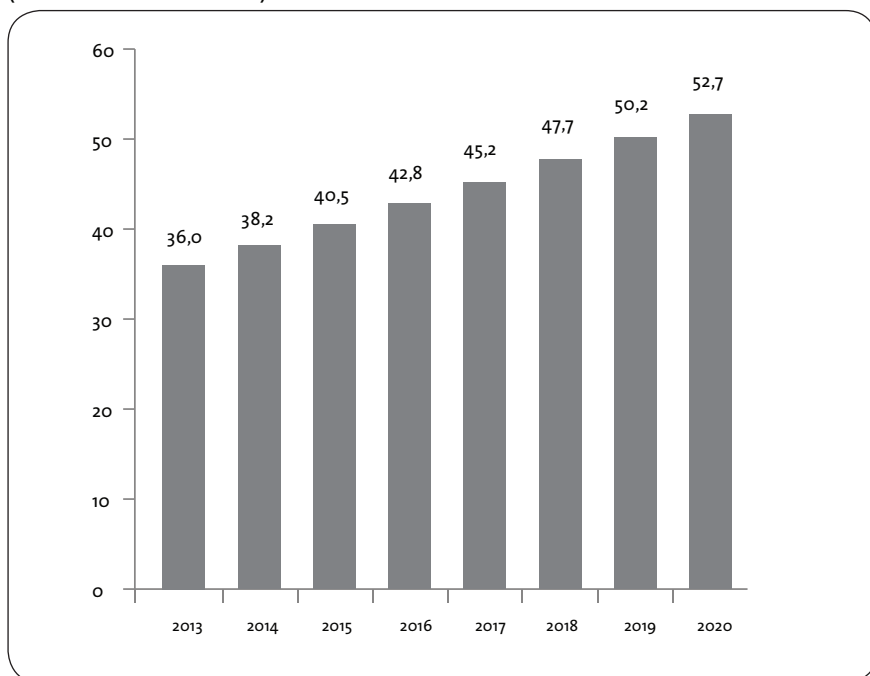
* Os dados se referem a acumuladores elétricos de chumbo, utilizados para arranque dos motores de pistão correspondentes ao NCM 850710.

Obs.: Não inclui as baterias contidas nos veículos exportados e importados.

Perspectivas de mercado

Conforme mencionado, as vendas de baterias estão correlacionadas com o tamanho da frota circulante e com a produção de veículos. As condições macroeconômicas, como o mercado interno dinâmico e crescente, o aumento do poder aquisitivo das famílias de baixa renda e as taxas de juros em níveis mais baixos deverão manter o mercado automotivo aquecido. Com boas perspectivas de vendas de novos veículos, a frota atual, de cerca de 35 milhões de veículos, deverá alcançar 46 milhões em 2016 e 53 milhões em 2020, como aponta o Gráfico 2.

Gráfico 2 | Projeção da frota brasileira de veículos – 2013 a 2020
(em milhões de veículos)



Fonte: MMA e IEMA (2011).

A demanda de baterias deverá, portanto, acompanhar esse movimento ascendente do mercado de veículos. A Tabela 3 apresenta estimativas dos mercados de OEM e de reposição até 2016. Estima-se que, em 2016, o mercado doméstico de baterias vai se aproximar de 20 milhões de unidades, dos quais 15 milhões apenas para abastecer a frota em uso.

Tabela 3 | Perspectiva 2013-2016: estimativa dos mercados de OEM e de reposição* (em milhões de unidades)

	2013	2014	2015	2016
(1) Mercado de OEM	3,7	4,0	4,2	4,4
(2) Mercado de reposição	12,7	13,5	14,3	15,1
(1)+(2) Mercado interno	16,4	17,5	18,5	19,5

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do BNDES e de MMA e IEMA (2011).
* O mercado de OEM foi estimado com base na projeção realizada pelos autores da produção de veículos do país. Para o mercado de reposição, partiu-se das projeções da frota circulante divulgadas pela IEMA e, então, foi adotada metodologia semelhante à utilizada na Tabela 2.

Há, portanto, boas perspectivas para o mercado de baterias automotivas no Brasil se considerado o padrão tecnológico vigente. A próxima seção discorre sobre o padrão tecnológico que vem sendo utilizado globalmente nos veículos elétricos e híbridos.

As baterias automotivas nos veículos elétricos

Tanto os veículos elétricos a bateria, como o modelo Nissan Leaf, quanto os híbridos-elétricos, como o modelo Toyota Prius [Toyota (2012a; 2012b)], além de uma bateria para tração (de alta voltagem), dispõem também de uma bateria de chumbo-ácido como as encontradas nos veículos convencionais (de baixa voltagem). A função dessa bateria é essencialmente a mesma, de acionamento dos sistemas auxiliares, incluindo o dos circuitos de controle, que permite que o carro seja ligado. A diferença é que tal bateria não é carregada pelo alternador, como nos carros a gasolina, mas por um conversor DC-DC, por meio da outra bateria. Como exemplo, a bateria de íon-lítio de um Nissan Leaf tem 360 V, que precisam ser convertidos em 12 V para acionar os sistemas auxiliares [Nissan (2010)]. A manutenção de uma segunda bateria nos veículos elétricos tem o provável propósito de dispensar a adaptação dos sistemas auxiliares, não onerando ainda mais o custo desse tipo de veículo, além de mais facilmente compatibilizar os requisitos energéticos de cada sistema às características de cada bateria. Cabe ressaltar que, atualmente, existem conversores que podem substituir a bateria PbA em um veículo elétrico, embora seu custo ainda seja mais elevado.

Os veículos elétricos e híbridos são, em geral, classificados conforme seu grau de hibridização, podendo partir de um convencional (grau zero de hibridização) até um veículo híbrido *plug-in*. À medida que esse grau aumenta, maior é a necessidade de energia, o que provoca o descarte de determinadas tecnologias para algumas aplicações. O Quadro 3 distribui os veículos conforme uma escala de eletrificação, com as funções que normalmente os diferenciam e com as tecnologias de baterias aplicáveis atualmente a cada um dos casos. Destaca-se que, ao longo do presente estudo, ao citarem-se veículos híbridos, vai se estar referindo aos híbridos completos.

Quadro 3 | Aplicações dos diversos tipos de baterias automotivas

Tipo de veículo	Convencional	Micro-híbrido	Híbrido médio (<i>mild hybrid</i>)	Híbrido completo (<i>full hybrid</i>)	Híbrido <i>plug-in</i> e elétricos puros
Funções	- Alimentação dos sistemas elétricos - Ignição	- <i>Start-stop</i> - Frenagem regenerativa (limitada)	- <i>Start-stop</i> - Frenagem regenerativa - Assistência na aceleração	- <i>Start-stop</i> - Frenagem regenerativa - Assistência na aceleração - Propulsão elétrica	- <i>Start-stop</i> - Frenagem regenerativa - Assistência na aceleração - Propulsão elétrica (distância estendida)
Potência típica do motor elétrico	Não tem	Não tem	10 kW-20 kW	30 kW	50 kW (VEH <i>plug-in</i>) 90 kW (VE)
Baterias aplicáveis	PbA	PbA – EFB ¹ melhorada PbA – VRLA ² (se tiver frenagem regenerativa)	PbA avançada NiMH	NiMH Íon-lítio	Íon-lítio Zebra ³

Fonte: Elaboração própria, com base em de Ferreira e Pedrosa (2010) e Gusmão (2011).

¹ EFB significa Enhanced Flooded Battery, bateria convencional melhorada que permite o uso de uma função *start-stop* básica.

² VRLA significa Valve Regulated Lead Acid Batteries, ou seja, baterias de chumbo-ácido reguladas por válvula. São também chamadas de baterias seladas.

³ Zeolite Battery Research Africa Project.

Percebe-se que, mesmo nos micro-híbridos, embora o uso de baterias PbA seja possível, estes requerem tecnologias mais avançadas, o que também acontece com os híbridos médios. Híbridos completos e elétricos puros tendem a utilizar outras tecnologias, como a NiMH, a Zebra e a de íon-lítio.

As baterias NiMH equipam a maior parte dos veículos híbridos vendidos no mundo. Seu custo é inferior ao das baterias de íon-lítio, embora seja muito pressionado pelo custo do níquel, e elas têm como limitação o fato de não poderem ser descarregadas por completo, o que prejudica sua aplicação em veículos elétricos puros. A vantagem é que se trata de uma tecnologia já provada e utilizada em grande escala [Castro e Ferreira (2010)]. O maior cliente é a Toyota, principalmente por ser a líder nas vendas de veículos híbridos. Há apenas duas fabricantes desse tipo de bateria para automóveis repartindo um mercado estimado em US\$ 1,4 bilhão:² a Panasonic, por meio de sua *joint-venture* com a Toyota (Primearth EV Energy – PEVE), e a Cobasys, que foi incorporada pela Bosch [Anderman (2012b) e Stark *et al.* (2010)].

As baterias do tipo Zeolite Battery Research Africa Project (Zebra), também chamadas de baterias de sódio ou de sal fundido, utilizam um sal fundido como eletrólito. Operam em temperaturas altas, normalmente de 270°C, para manter o sal na fase líquida. Apesar do isolamento, a bateria consome energia para compensar a perda de calor para o ambiente. Essas baterias são fabricadas apenas por uma empresa, a FZ Sonick, *joint-venture* entre a FIAMM e a MES-DEA. A Itaipu Binacional tem um projeto de desenvolvimento desse tipo de bateria no Brasil, com recursos federais da ordem de R\$ 32 milhões [Castro e Ferreira (2010); Itaipu Binacional (2012)].

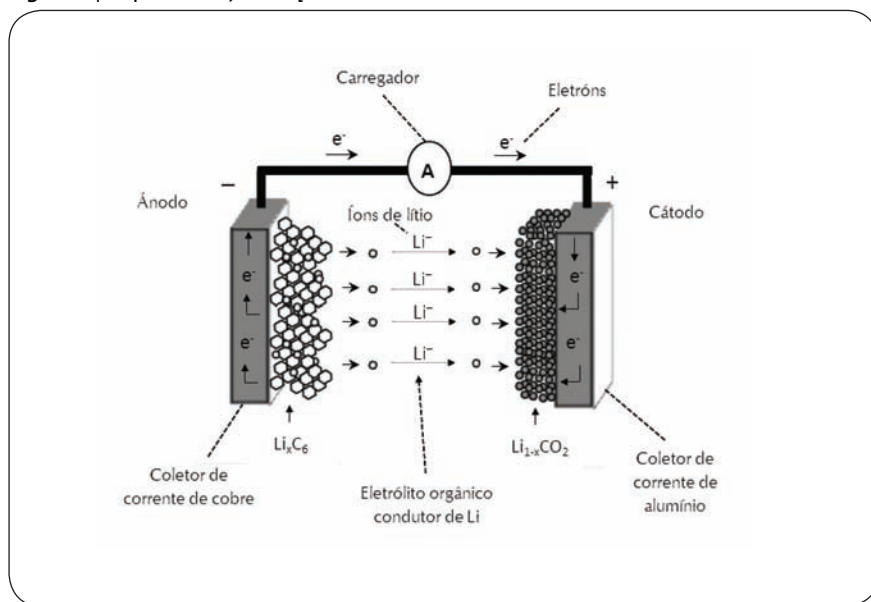
As baterias de íon-lítio constituem a maior aposta para equipar os veículos elétricos e híbridos. No entanto, não constituem um tipo único, mas um conjunto de baterias que contém o lítio como elemento do catodo. Em razão da importância desse tipo de bateria para o setor automotivo, as próximas seções trarão um detalhamento dessa tecnologia e do mercado, a fim de subsidiar as projeções para a indústria de baterias automotivas.

² Havia uma terceira empresa, a Sanyo, de origem japonesa, que foi incorporada pela Panasonic em 2010.

As baterias de íon-lítio e sua cadeia produtiva

Embora o princípio de funcionamento de uma bateria de íon-lítio pareça semelhante ao dos demais tipos de baterias, ele é diferente pelo fato de o íon de lítio não passar por reações de oxirredução. Dessa forma, os íons de lítio são transferidos do eletrodo negativo para o positivo por meio do eletrólito, ou seja, juntam-se aos materiais do anodo e do catodo.³ Essa propriedade é fundamental para o desenvolvimento da tecnologia dessa bateria. A Figura 1 mostra um esquema de operação de uma bateria de íon-lítio.

Figura 1 | Representação esquemática de uma bateria de íon-lítio



Fonte: Rosolem *et al.* (2012).

Como o lítio é um elemento pequeno e leve, as baterias à base de lítio apresentam maiores níveis de potência e energia por unidade de massa. A energia específica dessas baterias é duas vezes maior em comparação à energia das baterias NiMH e quatro vezes maior em relação aos níveis da bateria PbA [Scrosati e Garche (2010) *apud* Rosolem *et al.* (2012)]. Portan-

³ Em uma bateria de chumbo-ácido, por exemplo, há reação entre o chumbo e o ácido sulfúrico produzindo sulfato de chumbo (PbSO₄). Já em uma bateria de íon-lítio, os materiais dos eletrodos entram em fase litiada e deslitiada.

to, para aplicações em que o tamanho e o peso são requisitos importantes, as baterias de íon-lítio tornam-se candidatas naturais. Outra característica relevante é a reduzida agressividade ao meio ambiente quando comparada à provocada por baterias PbA e de níquel-cádmio.

Conforme comentado, as baterias de íon-lítio não são de um tipo único, mas uma categoria de baterias que utiliza o lítio como componente (geralmente no catodo e no eletrólito). Nessas baterias, os anodos e catodos podem conter variados materiais em suas composições. O material mais frequente para os anodos é a grafite (C), enquanto os catodos podem ser de vários tipos. São seis os mais comuns: LCO (óxido de lítio-cobalto), NCA (lítio-níquel-cobalto-alumínio, ou LiNiCoAl), NMC (lítio-níquel-manganês-cobalto, ou LiNiMnCo), LMO/LTO (lítio-manganês spinel), LFP (fosfato de ferro-lítio, ou LiFePO₄) e LVP (fosfato de vanádio-lítio). A bateria mais presente em aplicações comerciais é do tipo LCO, que equipa os telefones celulares e *laptops*, por exemplo. Nos automóveis em comercialização, é possível observar uma relativa variedade de tipos (o modelo Tesla Roadster tem baterias do tipo NCA; os ônibus Orion, da Mercedes, usam LFP; os modelos GM Volt e Nissan Leaf usam LMO; o modelo chinês BYD “e6” e o Toyota Prius *plug-in* usam LFP; e o carro conceito Subaru G4e utiliza LVP). O Quadro 4 mostra vantagens e desvantagens de cada um dos tipos mais difundidos.

Quadro 4 | Vantagens e desvantagens dos principais tipos de baterias de íon-lítio

Tipo (anodo/catodo)	Vantagens	Desvantagens	Maturidade para veículos elétricos
C/LiCoO ₂ (LCO)	- Capacidade específica elevada	- Baixa segurança intrínseca - Reduzida vida cíclica - Custo elevado - Reduzida faixa operacional de temperatura - Baixa disponibilidade de materiais (Co)	- Utilizado nos primeiros veículos do modelo Tesla (baixo volume), mas rejeitado para uso em carros de série de montadoras por problemas de segurança - Utilizada em celulares e <i>laptops</i>

Continua

Continuação

Tipo (anodo/ catodo)	Vantagens	Desvantagens	Maturidade para veículos elétricos
C/ LiNiMnCoO ₂ (NMC)	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo relativo - Densidade energética 20% superior à da LCO 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor eficiência das reações de carga e descarga da bateria em relação ao cobalto, em razão da menor estabilidade do níquel - Limitada estabilidade térmica - Baixa retenção da capacidade durante a ciclagem - Grande pico exotérmico durante a carga (em torno de 200°C) 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizada em eletrônicos de consumo e protótipos de veículos elétricos
C/ LiNiCoAlO ₂ (NCA)			<ul style="list-style-type: none"> - Já presente em alguns carros de série
C/LiMn ₂ O ₄ (LMO)	<ul style="list-style-type: none"> - Preços dos compostos de manganês inferiores aos de cobalto - Abundância do manganês superior à do cobalto - Manganês gera menos impacto ao meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Progressiva perda de capacidade durante a descarga 	<ul style="list-style-type: none"> - Já presente em alguns carros de série (p.e., Nissan Leaf, GM Volt, Mitsubishi iMiEV)
C/LiFePO ₄ (LFP)	<ul style="list-style-type: none"> - Excelentes características eletroquímicas - Fe é o elemento mais barato de todos - Menor impacto ambiental - Maior estabilidade – atinge mil ciclos de carga e descarga - Menor custo em relação à bateria de Co 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor tensão entre os materiais dos eletrodos positivos de lítio - Baixo desempenho nas aplicações que exigem altas taxas de corrente de descarga 	<ul style="list-style-type: none"> - Já presente em alguns veículos de série (p.e., Fisker EV)

Fonte: Elaboração própria, com base em Rosolem *et al.* (2012) e Element Energy (2012).

Hoje, o mercado de baterias de íon-lítio está concentrado no tipo LCO e no NMC, justamente por equiparem os eletrônicos de consumo. O Gráfico 3 expõe o uso, bastante concentrado em *laptops* e telefones, e a participação de cada tipo de bateria.

Gráfico 3 | Aplicação das células de baterias de íon-lítio e segmentação por tipo, em 2010 (em %)

Gráfico 3A | Aplicação das células de baterias de íon-lítio

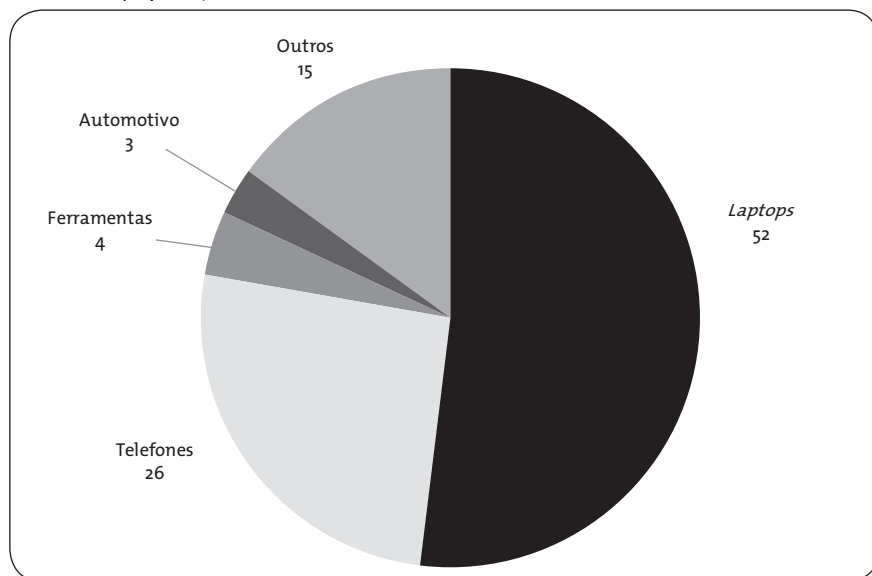
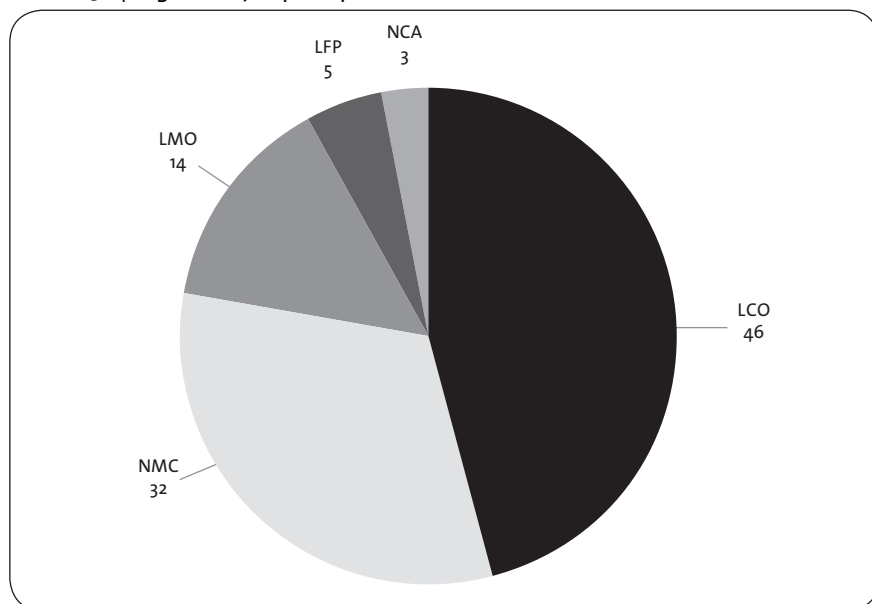


Gráfico 3B | Segmentação por tipo



Fonte: Avicenne *apud* Element Energy (2012).

As tecnologias de baterias de íon-lítio mais adequadas para veículos híbridos são LMO, NMC e LFP. Para veículos *plug-ins*, tanto híbridos quanto elétricos puros, NMC [Vandeputte (2012)].

É importante frisar que, por não haver ainda uma tecnologia dominante nas baterias de íon-lítio para veículos, estão sendo desenvolvidas melhorias das tecnologias disponíveis e outras combinações de materiais para as baterias. Como diretrizes, o desenvolvimento tecnológico em baterias visa maximizar algumas características e minimizar outras, como exposto no Quadro 5.

Quadro 5 | Diretrizes para o desenvolvimento tecnológico das baterias

Maximizar	Minimizar
<ul style="list-style-type: none"> - A confiabilidade; - o tempo de uso até a necessidade de nova carga; - o desempenho; - a densidade energética; - a faixa de temperatura da operação; - a vida útil; - a segurança das baterias. 	<ul style="list-style-type: none"> - O tempo de recarga; - o peso e o volume da bateria; - o custo e a agressividade ao meio ambiente.

Fonte: Elaboração própria, com base em Rosolem *et al.* (2012).

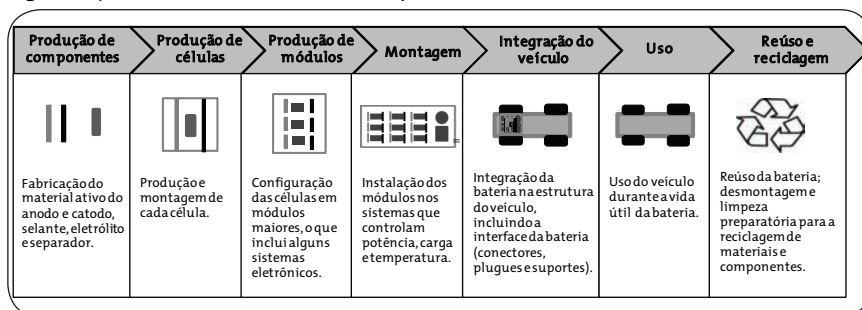
Um dos desafios do desenvolvimento tecnológico está relacionado com a segurança e a operação equilibrada quando as células são interligadas em série e/ou em paralelo, pois o eletrólito opera em uma faixa bem-definida de tensão. Caso os limites sejam ultrapassados, podem ocorrer reações exotérmicas, culminando na explosão e queima da bateria.

Uma maneira de viabilizar a utilização da bateria de íon-lítio é a introdução de um circuito eletrônico na célula, a fim de controlar sua operação, impedindo condições de risco (sobrecarga, subcarga, temperatura elevada, curto-circuito externo etc.). Se um dos limites é ultrapassado, o circuito desabilita a bateria, prevenindo a ocorrência desses riscos. É o sistema conhecido como Battery Management System (BMS), que, além de proteger a bateria, pode monitorar essas condições, comunicando-as ao condutor ou interagindo com os demais sistemas veiculares. O BMS também pode controlar a recarga advinda da frenagem regenerativa e otimizar o uso da energia, maximizando a capacidade da bateria.

Principais componentes das baterias de íon-lítio

O componente básico de uma bateria é a célula. As células são agrupadas em módulos, que posteriormente são agrupados em *packs*. Em geral, a arquitetura dos *packs* varia conforme o modelo do veículo. Uma cadeia de valor de baterias para veículos elétricos é representada na Figura 2.

Figura 2 | Cadeia de valor de baterias para veículos elétricos



Fonte: Traduzido de Dinger *et al.* (2010).

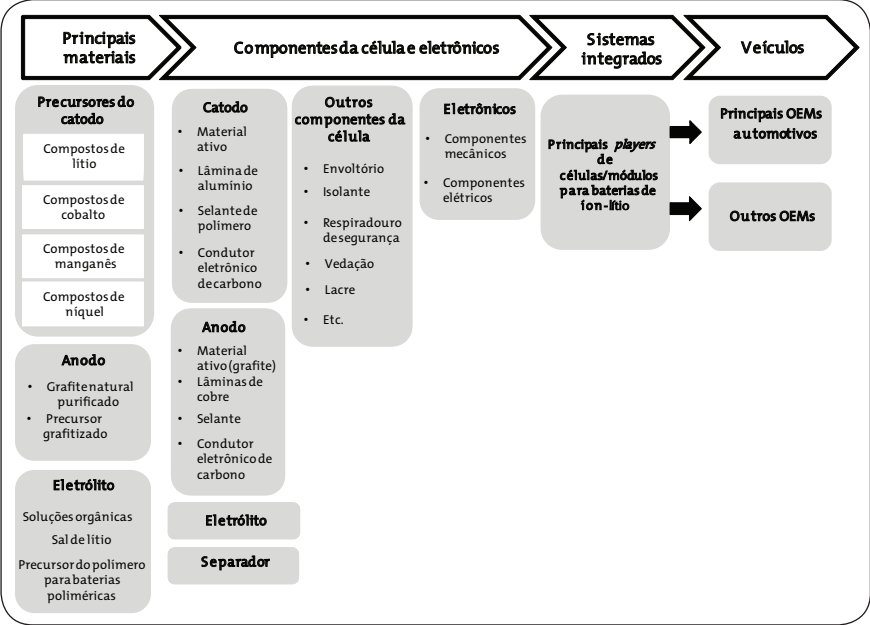
O maior custo está concentrado na matéria-prima e em seu processamento, que responde por 39% do total. As células são compostas por quatro elementos principais: catodos, anodos, eletrólitos e separadores. Os catodos respondem por cerca de 14% do custo de uma célula, enquanto os outros três elementos, por outros 14%. Outros materiais somam 11%. A Figura 3 focaliza as primeiras etapas de produção de componentes e da célula de uma bateria de íon-lítio.

Os principais componentes (catodo, anodo, eletrólito e separador) respondem por cerca de 75% do custo de matéria-prima das células. Assim, como os demais custos de uma célula estão relacionados mais diretamente à escala de produção, é natural uma preocupação dos pesquisadores com o material que compõe o catodo, já que é a matéria-prima mais relevante em custo. O Gráfico 4 detalha essa composição. Estudo da consultoria Roland Berger (2011) aponta para uma expectativa de queda de 5% a 20% nos custos de cada matéria-prima nos próximos anos, sobretudo em função da queda prevista dos preços dos minérios (exceto do lítio) e no aumento da competição entre fornecedores.

Sobre a obtenção de matéria-prima, destaca-se a mineração de lítio. É importante ressaltar que o uso em baterias, incluindo as aplicações não automotivas, é apenas uma das possibilidades do lítio, responsável por cerca de 33% do consumo. Esse elemento é utilizado também nas indústrias de vidro (16% do consumo), graxas lubrificantes (11%), esmaltes (10%), entre outras [SQM

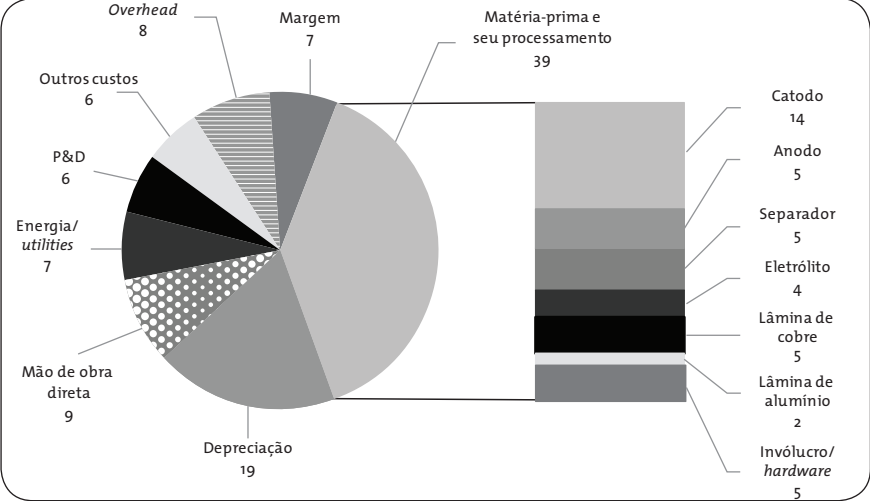
(2012)]. O uso em transportes resulta em menos de 1% do mercado global de lítio. Porém, há projeções apontando para uma inversão dessa participação.

Figura 3 | Componentes de baterias de íon-lítio para veículos elétricos



Fonte: Traduzido de CGGC *apud* Lowe *et al.* (2010).

Gráfico 4 | Composição de custo de uma célula para bateria de íon-lítio (em %)



Fonte: Roland Berger (2011). Com base na tecnologia NMC, excluindo o custo dos módulos e packs.

A produção de lítio é concentrada em quatro empresas.⁴ Esse mercado é estimado em cerca de US\$ 1 bilhão, e os maiores produtores de lítio são: Talison (australiana, com participação no mercado global de 28%), SQM (chilena, com 25%), Chemetall (alemã, com 17%) e FMC (norte-americana, com 14%) [Talison Lithium (2011)]. O custo de entrada é relativamente alto, o que reduz a atratividade para mineradoras maiores.⁵ Com o crescimento do mercado, que deve triplicar até 2020, é possível que se torne atrativo para empresas como a Vale.

A Tabela 4 mostra um panorama da disponibilidade de lítio no mundo, observando-se uma concentração das reservas e da produção no Chile, na China e na Austrália.

Tabela 4 | Panorama mundial da produção e reservas de lítio

	Produção mineral (t)		Reservas (t)	Recursos* (t)
	2010	2011 (estimativa)		
Chile	10.510	12.600	7.500.000	9.000.000
Austrália	9.260	11.300	970.000	1.800.000
China	3.950	5.200	3.500.000	5.400.000
Argentina	2.950	3.200	850.000	2.600.000
Portugal	800	820	10.000	n.d.
Zimbábue	470	470	23.000	n.d.
Brasil	489	336	46.000	1.000.000
Estados Unidos	n.d.	n.d.	38.000	4.000.000
Bolívia	n.d.	n.d.	n.d.	7.500.000
Congo	n.d.	n.d.	n.d.	1.000.000
Sérvia	n.d.	n.d.	n.d.	1.000.000
Canadá	n.d.	n.d.	n.d.	360.000
Total mundial (arredondado)	28.100	34.000	13.000.000	34.000.000

Fonte: Elaboração própria, com base em Jaskula (2012) e Garcia (2012).

* Recursos compreendem fontes existentes de determinado mineral para eventual extração. Reservas compreendem apenas as que têm viabilidade técnica, econômica e legal para extração.

n.d. = não disponível.

⁴ Houve uma tentativa de aquisição da Talison pela Chemetall (por meio da subsidiária Rockwood), em agosto de 2012, por cerca de US\$ 732 milhões, que foi reconsiderada em função de nova oferta feita pela chinesa Chengdu Tianqi Industry, por um valor 15,4% maior [Talison Lithium (2013)].

⁵ A título de comparação, a Vale produziu 322 milhões de toneladas de minério de ferro em 2011, que, ao preço de US\$ 136,46/tonelada, gerariam quase US\$ 44 bilhões.

Há outros minerais de importância na produção das baterias de íon-lítio. A bateria do modelo Nissan Leaf, com 24 kWh, contém, além de 4 kg de lítio, 62 kg de manganês. A do modelo GM Volt, com a mesma tecnologia e 16 kWh, tem cerca de 2 kg de lítio e 30 kg de manganês. O modelo Tesla Roadster, que utiliza outra tecnologia, usa 21 kg de cobalto por veículo.

Outro elemento presente em quase todos os tipos de baterias de íon-lítio é a grafite, que compõe o material do anodo em boa parte dos tipos de baterias. Sua demanda, considerando o uso nas baterias, deve crescer a uma taxa composta de 9% a.a., contra 3% se for desconsiderado esse mercado. Estima-se que, em 2012, a demanda global tenha somado 1,2 milhão de toneladas, número que deve dobrar até 2020. A China é o principal produtor mundial, com cerca de 80% do mercado.

O manganês eletrolítico, outro importante insumo de algumas baterias de íon-lítio, requer um nível de pureza bastante elevado para seu uso. A China é o principal produtor desse insumo, com 97% de uma oferta de cerca de 1,3 milhão de toneladas anuais.

Cerca de um quarto da demanda de cobalto é destinado ao uso em baterias, e a maior parte é utilizada nas baterias do tipo LCO, presentes em equipamentos portáteis como celulares, *laptops* e máquinas fotográficas. As tecnologias NCA e NMC utilizam muito menos cobalto em sua composição, se comparadas à LCO [Hykawy e Lee (2011)]. Segundo Element Energy (2012), usam entre três e seis vezes menos cobalto.

Produção de células e de seus componentes

A produção dos principais componentes de uma célula é concentrada na Ásia, em algumas empresas, com notável presença de japonesas. A Tabela 5 exibe uma dimensão da atual concentração de mercado. Os três maiores *players* em cada elemento concentram entre 60% e 80% das vendas mundiais. São empresas químicas em sua maior parte, que beneficiam os componentes de forma a atingir as especificações necessárias às baterias.

Tabela 5 | Participação de mercado das principais empresas fabricantes de componentes para baterias de íon-lítio em 2010 (em %)

Catodo		Anodo		Separador		Eletrólito	
Umicore (BEL)	32	Hitachi (JAP)	34	Asahi Kasei (JAP)	28	Cheil (COR)	33

Continua

Continuação

Catodo		Anodo		Separador		Eletrólito	
Nichia (JAP)	24	Nippon Carbon (JAP)	19	Celgard (EUA)	26	Ube (JAP)	21
Toda Kogyo (JAP)	5	BTR Energy (CHI)	12	Tonen/Toray (JAP)	24	Mitsubishi Chem (JAP)	15
Demais	39	Demais	35	Demais	22	Demais	35

Fonte: Roland Berger (2011).

Nota: BEL=Bélgica; EUA=Estados Unidos; CHI=China; COR=Coreia do Sul; e JAP=Japão.

A produção das células também é realizada, em sua maior parte, por empresas asiáticas, embora seja muito menos concentrada que a produção dos componentes. As principais fabricantes são: AESC, Sanyo e Li Energy (japonesas); SB LiMotive e LG Chem (coreanas); A123 e Tesla (norte-americanas); BYD e Lishen (chinesas); além de outras chinesas menores, como Calb, HYB e Yuntong.

Produção de baterias de íon-lítio

A produção de baterias de íon-lítio é concentrada na Ásia, especialmente no Japão. Os Estados Unidos têm cerca de 1% do mercado. A Tabela 6 lista os maiores produtores mundiais.

Tabela 6 | Participação de mercado dos principais fabricantes de baterias de íon-lítio (em %)

2000				2005			2008		
1	Sanyo	JAP	33,0	Sanyo	JAP	28,0	Sanyo	JAP	23,0
2	Sony	JAP	21,0	Sony	JAP	13,0	Samsung	COR	15,0
3	Panasonic	JAP	19,0	Samsung	COR	11,0	Sony	JAP	14,0
4	Toshiba	JAP	11,0	Panasonic	JAP	10,0	BYD	CHI	8,3
5	NEC-TOKIN	JAP	6,4	BYD	CHI	7,5	LG Chem	COR	7,4
6	Hitachi-Maxwell	JAP	3,4	LG Chem	COR	6,5	BAK	CHI	6,6
7	BYD	CHI	2,9	Tianjin Lishen	CHI	4,5	Panasonic	JAP	6,0
8	LG Chem	COR	1,3	NEC-TOKIN	JAP	3,6	Hitachi-Maxwell	JAP	5,3
9	Samsung	COR	0,4	Hitachi-Maxwell	JAP	3,3	ATL	CHI	1,0
	Demais		1,6	Demais		12,6	Demais		13,4

Fonte: Hawamoto (2010).

Obs.: Inclui as baterias de aplicação não automotiva.

Nota: CHI=China; COR=Coreia do Sul; e JAP=Japão.

O mercado global de baterias vem crescendo a um ritmo médio de 13% a.a., devendo atingir mais de US\$ 11 bilhões em 2013, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7 | Mercado global de baterias de íon-lítio (em US\$ bilhões)

2008	2009	2010*	2011*	2012*	2013**
6,1	6,8	7,7	8,8	10,2	11,2

Fonte: Tung (2010).

* Estimativa.

** Projeção.

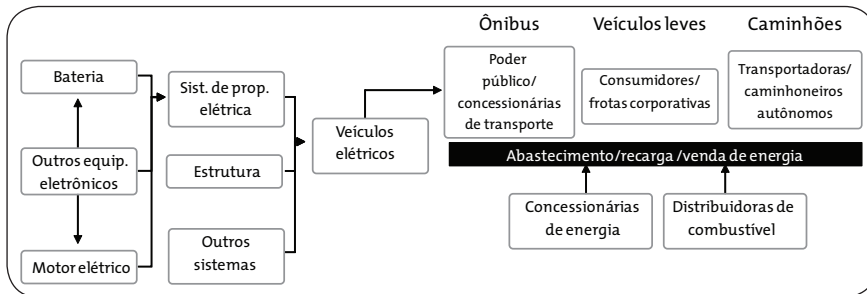
Embora menor que o mercado de baterias PbA, o de baterias de íon-lítio vem alcançando um grande crescimento. Com a mudança de paradigma na indústria automotiva, é esperado que o mercado de baterias de íon-lítio supere o de baterias PbA.

Transformações no mercado global de baterias automotivas

A difusão dos veículos elétricos e híbridos e seus desdobramentos trazem questões que permitem vislumbrar profundas transformações na indústria. Nos veículos elétricos, o sistema de armazenamento de energia, assim como o de tração, faz parte do sistema de propulsão elétrica. A incorporação de um motor elétrico ao automóvel abre um novo mercado para fornecedores não tradicionais da indústria automotiva. Da mesma forma, os produtores de baterias de íon-lítio, frequentemente voltados à indústria eletroeletrônica, vêm estruturando braços de negócio para essa indústria.

A Figura 4 é um esquema resumido da cadeia de valor dos veículos elétricos, desde a produção dos sistemas principais até o consumidor, incluindo a operação de abastecimento e/ou recarga do veículo.

Figura 4 | Cadeia de valor dos veículos elétricos



Fonte: Elaboração própria.

As baterias, bem como seus controles eletrônicos, em especial os sistemas de gerenciamento (BMS, na sigla em inglês), destacam-se na cadeia em função de se constituírem na principal questão tecnológica a ser resolvida. Soluções alternativas, como supercapacitores⁶ e células-combustível,⁷ também são levadas em conta. Os motores elétricos e seus controles eletrônicos constituem outra importante frente de desenvolvimento, na medida em que estão presentes até mesmo nos sistemas de frenagem regenerativa.

Com a progressiva eletrificação da frota, espera-se um desenvolvimento simultâneo da infraestrutura de recarga. Além de adicionar um novo uso para a energia elétrica, a difusão dos sistemas de armazenamento pode se transformar em uma oportunidade de negócios para as concessionárias, por meio de modelos que ajudem o usuário na gestão energética de sua residência (*smart grids*).

Pelo lado do usuário, a integração do veículo à rede elétrica constitui uma oportunidade para mitigar seu custo de aquisição. Com a regulamentação da microgeração, que é a geração de energia elétrica de fontes renováveis por meio de unidades consumidoras, distribuída no Brasil, o veículo elétrico, em especial sua capacidade de armazenamento de energia, adiciona flexibilidade ao sistema ao permitir um melhor gerenciamento da energia cogerada. Ao retornar a sua residência em horário de pico, o consumidor poderia vender a energia armazenada ao sistema e recarregar a bateria de madrugada, quando há demanda reduzida de energia e a tarifa pode ser menor.

Por envolver mudanças em relação a vários atores, a eletrificação da frota de veículos pode gerar oportunidades para a criação de novos negócios. Como a difusão dos veículos elétricos e híbridos é elemento central das potenciais transformações no mercado de baterias automotivas, as subseções seguintes trazem o *status* das vendas desses veículos mundialmente.

Difusão dos veículos elétricos e híbridos

O crescimento do mercado de veículos elétricos e híbridos vem se concentrando em três regiões: nos Estados Unidos, no Japão e na Europa. Embora essas regiões sejam responsáveis por 39% do mercado mundial de veícu-

⁶ De forma simplificada, supercapacitores são componentes elétricos que armazenam energia elétrica.

⁷ Célula-combustível (ou célula de combustível, ou célula a combustível, ou pilha a combustível) é um dispositivo que gera energia elétrica por meio de uma reação química com oxigênio e um agente oxidante, comumente hidrogênio.

los leves, estimado em 76,8 milhões de unidades, elas concentram quase a totalidade das vendas de veículos elétricos e híbridos.

O Japão é hoje o maior mercado para veículos híbridos. Lá, 17% dos veículos vendidos são híbridos. Da montadora japonesa Toyota, principal fabricante de veículos híbridos, 8,5% dos aproximadamente 7,4 milhões de veículos vendidos no mundo são híbridos. Até 2020, todos os modelos produzidos pela montadora contarão com uma versão híbrida.

Nos Estados Unidos, onde cerca de 3% das vendas de veículos leves é composta por veículos híbridos, outras montadoras, como Ford, GM, Honda e Kia, aparecem com destaque. Embora alguns modelos ainda contem com incentivos governamentais,⁸ sobretudo abatimento no imposto de renda, os mais antigos já não dispõem desses incentivos por terem atingido um volume de produção considerado alto. Assim, de forma gradual, o custo inicialmente mais elevado de um veículo híbrido vai sendo diluído com o aumento na escala de produção.

Já os veículos puramente elétricos têm uma difusão mais lenta. Enquanto os modelos híbridos já reduziram as questões tecnológicas que os cercavam, os puramente elétricos ainda têm um caminho a percorrer. Os veículos em comercialização ainda dispõem de autonomia limitada quando comparada à dos veículos a gasolina (cerca de 160 km com carga completa). Essa questão tecnológica, bem como o alto preço,⁹ reflete-se em vendas baixas. A estimativa é que as vendas globais de veículos puramente elétricos, embora crescentes, girem em torno de 40 mil unidades anuais.

No entanto, há perspectivas de aceleração da difusão, com a entrada em vigor de metas de eficiência energética mais rígidas, a superação dos gargalos tecnológicos e os ganhos de escala. Estima-se que o mercado global de veículos elétricos e híbridos saltará dos US\$ 21,1 bilhões de 2011 para cerca de US\$ 103 bilhões em 2017, um crescimento de quase cinco vezes ou de 30% a.a. [MarketsandMarkets (2012)].

⁸ Nos Estados Unidos, pessoas que comprarem um veículo elétrico podem ter um abatimento de até US\$ 7.500 no imposto de renda, dependendo do veículo e de seu volume de vendas. Alguns estados norte-americanos dispõem de incentivos semelhantes, elevando o benefício ao comprador. Detalhes sobre os incentivos norte-americanos estão disponíveis em <<http://www.fueleconomy.gov/feg/taxcenter.shtml>>. Para uma descrição de incentivos disponíveis em outros países, vide Castro e Ferreira (2010).

⁹ Como exemplo, no mercado norte-americano, o modelo Nissan Leaf tem preço a partir de US\$ 35.200, enquanto outro modelo *hatchback* da montadora, o Nissan Versa (Tiida no Brasil), feito na mesma plataforma, tem preço a partir de US\$ 14.670, ou seja, há uma diferença de 140%.

Na Europa, houve crescimento nas vendas de veículos híbridos, de 81 mil, em 2008, para cerca de 92 mil, em 2011, e nas vendas de veículos puramente elétricos, que passaram de 1,3 mil em 2010 para 9,2 mil em 2011. Representando ainda uma parcela muito pequena da frota, os incentivos públicos para veículos elétricos puros vêm sendo alvo de crítica. Alguns levantamentos apontam que, embora haja programas de subsídio à compra de veículos elétricos em quase todos os países europeus, eles variam bastante em relação ao montante do benefício. No entanto, não há uma clara relação entre o subsídio e o desempenho das vendas.

As vendas de veículos puramente elétricos na Europa, todavia, são bastante condizentes com o desempenho em outras regiões, como nos Estados Unidos, no Japão e na China.

A China vem experimentando um elevado crescimento nesse segmento, com montadoras como a BYD, embora, em termos gerais, a presença de veículos elétricos e híbridos nas vendas chinesas seja estimada em cerca de 0,06%.

De uma forma geral, os veículos elétricos e híbridos têm participação crescente nas vendas de veículos nos principais mercados. Mesmo com cenários de crise econômica e problemas operacionais sérios em plantas importantes, como os que aconteceram no Japão em 2011, as vendas vêm se mantendo em patamar crescente. No Brasil, sua participação ainda é muito pequena, mas também crescente, como será visto mais adiante. A Tabela 8 mostra um panorama da participação de veículos elétricos e híbridos nos principais mercados.

Tabela 8 | Participação das vendas de veículos elétricos e híbridos sobre as vendas de veículos leves em regiões selecionadas

2011	Vendas de veículos leves (milhões)	Vendas de veículos híbridos (mil)	Vendas de veículos elétricos (mil)	Participação dos VEs e VHEs no total de veículos vendidos (%)
EUA	12,7	276,0	10,1	2,30
Japão	4,0	666,0	16,7	17,00
Europa	13,1	92,0	9,2	0,80
China	14,5	2,6	5,6	0,06
Brasil	3,5	0,2	-	0,01
Total (regiões selecionadas)	47,8	1.036,0	41,6	2,30

Fonte: Elaboração própria, com base em Anfavea, CAAM (2013), HybridCars.com, Jama (2012), JD Power, Mock (2012), ScotiaCapital e Yoshioka (2012).

n.d. = não disponível.

O Japão e os Estados Unidos ainda são os principais responsáveis pela média de 1,4% de participação das vendas de veículos híbridos e elétricos sobre o total no mundo. A Europa se torna cada vez mais relevante, e outras regiões vêm seguindo essa tendência, embora de forma mais lenta. A Tabela 9 expõe a evolução dessa participação nos últimos cinco anos.

Tabela 9 | Evolução anual da participação das vendas de veículos híbridos e elétricos sobre as vendas de veículos leves em regiões selecionadas (em %)

	2008	2009	2010	2011	2012
EUA	2,4	2,8	2,40	2,30	3,40
Japão	2,8	8,9	10,80	17,00	n.d.*
Europa	0,5	0,5	0,60	0,80	0,70
China	-	-	0,01	0,06	n.d.
Brasil	-	-	-	0,01	0,01**
Mundo	1,0	1,5	1,70	1,40	1,70-2,00**

Fonte: Elaboração própria, com base em Anfavea, CAAM (2013), EDTA, HybridCars.com, IEA (2012), Jama (2013), JD Power, Mock (2012), Pike Research e ScotiaCapital e Yoshioka (2012).

* n.d. = não disponível.

** Estimativas.

Principais modelos de automóveis em comercialização

Com vendas concentradas regionalmente e em algumas montadoras de veículos, convém destacar alguns modelos que vêm estabelecendo padrões para a indústria automotiva.

O principal modelo em comercialização é o Toyota Prius. Não obstante, há ainda diversos outros modelos que compartilham da mesma configuração, como outros da própria Toyota (por exemplo, o Yaris e o Camry), da Lexus (marca pertencente à Toyota) e da Ford (por exemplo, o Escape e o Fusion). O Nissan Leaf e o Mitsubishi iMiEV constituem os principais modelos puramente elétricos em comercialização, respondendo por quase todo o mercado mundial. Por fim, o GM Volt é o principal veículo híbrido em comercialização que conta com uma arquitetura em série.¹⁰ Um panorama da produção de cada um é detalhado a seguir.

¹⁰ Na arquitetura em série, o motor a combustão interna é ligado a um gerador, e não diretamente ao trem de acionamento. O motor elétrico é que movimenta as rodas.

Toyota Prius

O modelo de mais sucesso no segmento continua sendo o Toyota Prius, que lidera o *ranking* de vendas mundiais. O Prius é um veículo híbrido combinado série-paralelo,¹¹ fabricado no Japão, na Tailândia e na China.¹² Nesses três países, a capacidade, compartilhada por outros modelos da empresa, é, respectivamente, de 929 mil, 508 mil e 30 mil veículos por ano. Seu consumo é de 21,7 km/l no ciclo urbano.¹³ Em Honsha, no Japão, são fabricadas partes do sistema híbrido.

As baterias que equipam o Toyota Prius são fornecidas pela empresa Primearth EV Energy (PEVE), antiga Panasonic EV Energy. Trata-se de uma *joint-venture* entre a Toyota e a Panasonic, cujo principal cliente, com a quase totalidade das vendas, é a própria Toyota. A empresa começou a produção em escala dos módulos de baterias do tipo Ni-MH¹⁴ em 1997. Em 2000, a empresa passou também a fabricar as unidades de controle eletrônico da bateria (ECU). São três plantas no Japão: em Omori (capacidade de 400 mil baterias por ano), em Sakaijuku (capacidade de 400 mil baterias por ano) e em Miyagi (capacidade de 200 mil baterias por ano, operando desde 2010).

Nissan Leaf

O Leaf é um veículo puramente elétrico fabricado pela Nissan na planta de Oppama, no Japão, cuja capacidade de produção anual é de 50 mil veículos. A aposta da empresa no modelo é grande, e já foram anunciadas duas outras fábricas, uma em Smyrna, no estado do Tennessee, nos Estados Unidos, com capacidade para 150 mil veículos por ano, e outra em Sunderland, na Inglaterra, para 50 mil veículos por ano. O modelo foi lançado ao mesmo tempo nos Estados Unidos e no Japão, em dezembro de 2010, alcançando vendas acumuladas de mais de 49 mil veículos até dezembro de 2012. As baterias do Leaf, de íon-lítio, são fornecidas pela Automotive Energy Supply Company (AESC), uma *joint-venture* entre a Nissan e a NEC, e fabricadas em Zama, no Japão (capacidade de 65 mil unidades por

¹¹ No sistema em paralelo, tanto o motor elétrico quanto o motor a combustão podem movimentar as rodas, conjuntamente ou independentemente. O sistema série-paralelo conjuga características das arquiteturas em série e em paralelo, incorporando a possibilidade de recarga da bateria pelo motor a combustão mesmo quando ele estiver tracionando o veículo.

¹² Há modelos híbridos da Toyota fabricados em outros países, como o Camry Hybrid (Austrália, China, Estados Unidos e Tailândia) e o Auris Hybrid (Reino Unido).

¹³ Fonte: www.fueleconomy.gov. Toyota Prius 2011, 1,8 l, quatro cilindros, automático, com gasolina.

¹⁴ Níquel-metal hidreto, um tipo de bateria utilizado em veículos híbridos e aplicações domésticas.

ano). Sua autonomia é de 160 km. Em Yokohama, no Japão, a empresa ainda fabrica motores elétricos e inversores.

Mitsubishi iMiEV

Também vendido na Europa com o nome de Citroën C-Zero e Peugeot iOn, o iMiEV é um veículo puramente elétrico fabricado em Mizushima, no Japão, e lançado em junho de 2009. As baterias do iMiEV, de íon-lítio, são fornecidas pela Lithium Energy Japan, uma *joint-venture* entre a Mitsubishi e a GS Yuasa, e fabricadas em Kusatsu (desde junho de 2009, com capacidade para equipar 6.800 veículos por ano), em Kyoto (desde dezembro de 2010, com capacidade para 11 mil), e em Ritto (com capacidade para 50 mil), todas no Japão. Há uma quarta planta em construção, também em Ritto, adjacente à existente, com capacidade para equipar 75 mil veículos por ano, o que deve dobrar a capacidade produtiva da empresa, totalizando 150 mil [Lithium Energy Japan (2011a); Lithium Energy Japan (2011b)]. Até dezembro de 2012, suas vendas acumulavam mais de 20 mil unidades, concentradas na Europa (65%) e no Japão (34%).

GM Volt

O Volt é um veículo híbrido em série fabricado em Detroit/Hamtramck, estado de Michigan, nos Estados Unidos, a cerca de 5 km da sede da GM. A expectativa, baseada nas intenções, levantadas pela empresa, dos consumidores em 2010, era de atingir cerca de 25 mil unidades vendidas em 2011. A meta foi atingida apenas em 2012, acumulando vendas, desde seu lançamento, em dezembro de 2010, até dezembro de 2012, de 31.458 unidades nos Estados Unidos. O preço inicial, de US\$ 41.000 (antes dos incentivos),¹⁵ foi revisto para US\$ 39.145. Suas versões para o mercado europeu, Opel Ampera e Vauxhall Ampera, que compartilham da mesma mecânica e eletrônica, foram lançadas em 2012 e acumularam vendas de 5.293 unidades, número alinhado à expectativa da empresa, ante a manifestação de interesse em sua aquisição. As vendas totais dos modelos atingiram 30.090 veículos vendidos em 2012 [Voelcker (2013)].

A capacidade da fábrica de Hamtramck pode chegar a 250 mil veículos por ano, rodando em três turnos. As baterias do Volt, de íon-lítio, são fa-

¹⁵ O GM Volt pode ter incentivo federal de US\$ 7.500 de rebate no imposto de renda, além de eventuais incentivos estaduais.

bricadas em Brownstown, estado de Michigan, nos Estados Unidos, onde se montam os módulos e os *packs* por meio de células produzidas pela LG Chem na Coreia do Sul. A LG Chem dispõe de um financiamento aprovado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos para instalação de uma fábrica de células em Michigan.

Ainda que, no momento, os modelos GM Volt e Nissan Leaf possam ser considerados de nicho pelas montadoras, em função do volume atual de vendas, a afirmação não vale para o Toyota Prius. Nos Estados Unidos, as versões do Prius ocupam a 15ª posição entre os mais vendidos. Proporcionalmente, as vendas se assemelham às do modelo Corolla no Brasil, com 1,5% de participação em seus respectivos mercados.

Evolução do mercado de baterias de íon-lítio para veículos

O mercado global de baterias de íon-lítio para uso veicular é estimado em US\$ 2 bilhões (2011), e estima-se que atinja US\$ 14,6 bilhões em 2017. O crescimento de mercado está atrelado à difusão dos veículos híbridos e elétricos e também a uma expectativa de queda no preço em pelo menos um terço. Na China, estima-se uma redução ainda maior, da ordem de 60% até 2020, o que levaria a um custo estimado entre US\$ 200 e US\$ 320 por kWh [World Bank e PRTM (2011)], muito próximo da meta estabelecida para os Estados Unidos pelo United States Advanced Battery Consortium (USABC), de US\$ 250 por kWh em 2020 [Dinger *et al.* (2010)].

Atualmente, o maior mercado de veículos elétricos é o de bicicletas (US\$ 7,1 bilhões), com 30,6 milhões de unidades vendidas. A China é o principal mercado para bicicletas, *scooters* e motocicletas elétricas, tanto em produção quanto em vendas. Estima-se que esse mercado cresça para cerca de US\$ 12 bilhões em 2018.

O mercado de veículos elétricos leves a bateria (automóveis e comerciais leves) é de cerca de 40 mil unidades por ano. O de veículos leves híbridos é substancialmente maior, atingindo cerca de um milhão de unidades por ano, mas ainda concentrado em outra tecnologia de bateria (NiMH).¹⁶ Com necessidade de baterias de maior capacidade e menores dimensões, bem como da inclusão de dispositivos *plug-in*, espera-se uma migração para as

¹⁶ NiMH – bateria de níquel-hidreto metálico, utilizada no modelo Toyota Prius (primeira e segunda gerações). A terceira geração (*plug-in*) utiliza baterias de íon-lítio.

baterias de íon-lítio, o que deve levar a aumento do mercado para cerca de 3 milhões de unidades em 2017, entre híbridos e elétricos puros [Gartner e Dehamna (2012)].

As vendas de veículos pesados giram em torno de 3 mil unidades anuais, e há projeções que elevam esse número para 14,5 mil em 2017. Como um veículo maior necessita de mais energia, as baterias são consequentemente maiores.

Uma síntese do mercado global de veículos elétricos é apresentada na Tabela 10, dando uma dimensão do crescimento esperado para os próximos anos.

Tabela 10 | Mercado global de veículos elétricos (em US\$ bilhões)

	2011	2015 ¹	2018 ¹	CAGR 2011-2018 (%)
Bicicletas, <i>scooters</i> e motocicletas	7,1	9,4	12,0	8
Automóveis e comerciais leves ²	21,1	n.d. ³	103,1 ⁴	30 ⁴

Fonte: Elaboração própria, com base em Pike Research *apud* Hurst *et al.* (2012) e Marketsandmarkets (2012).

¹ Projeções.

² Inclui híbridos.

³ n.d. = não disponível.

⁴ 2017.

Organização dos novos fornecedores

Pela própria lógica da indústria automotiva, destacam-se dois grupos de arranjos entre empresas: as *joint-ventures* com participação acionária de montadoras de veículos e os acordos de fornecimento entre montadoras e fabricantes de baterias. No entanto, mesmo no segundo caso, as montadoras tendem a estar integralmente envolvidas no projeto e na produção das baterias, visto que é preciso uma integração completa entre bateria e veículo. Diferentemente das baterias de chumbo-ácido que equipam os automóveis atuais, de tamanho e formato padronizados, as baterias para veículos elétricos assumem diversos formatos. Por ainda serem grandes em relação ao veículo, mas modulares, há uma tendência a projetá-las de forma personalizada.

Verifica-se que as *joint-ventures* são formadas, em geral, por montadoras com uma posição já bem estabelecida no segmento de veículos elétricos e híbridos ou cujo produto é um elétrico puro, em que a bateria compõe parte significativa do custo do veículo. Há também *joint-ventures* entre sistemistas e fabricantes de baterias de íon-lítio, provavelmente buscando um melhor posicionamento no mercado. A Tabela 11 exibe um extrato de alianças identificadas.

Tabela 11 | Relação de *joint-ventures* para fornecimento de baterias de íon-lítio

Região	Empresas	Tecnologias	Montadoras
Japão	PEVE (Toyota + Panasonic)	NCA, NMC	Toyota
	AESC (Nissan + NEC + NEC Tokin)	LMO, NMC, NCA	Nissan, Renault, Subaru
	Lithium Energy Japan (Mitsubishi + GS Yuasa)	LMO, NCA	Mitsubishi, PSA
	Blue Energy (Honda + GS Yuasa)	n.d.	Honda
Japão/Alemanha	Degussa Enax (Enax + Degussa)	LMO, NMC	Honda
Alemanha	Deutsche Automotive (Evonik + Daimler)	n.d.	Daimler
Coreia do Sul/ Alemanha	SB LiMotive (Samsung + Bosch)	LMO, NMC	Hyundai, Ford
Europa	JCS (Johnson Controls + Saft)	NCA	Daimler, BMW, Ford, GM
EUA/China	ATBS (A123 + SAIC)	n.d.	SAIC

Fonte: Elaboração própria, com base em Ketterer *et al.* (2009) e *sites* das empresas.
n.d. = não disponível.

Por ser a bateria uma peça central, assim como ocorre com outras autopeças, algumas montadoras optaram por firmar contratos de fornecimento, normalmente com mais de um fabricante de bateria. A Tabela 12 mostra uma lista de relações de fornecimento identificadas.

Tabela 12 | Contratos de fornecimento de baterias de íon-lítio

Região	Fabricante	Tecnologia	Montadora
Japão	Sanyo	LMO, NMC	Volkswagen
	Hitachi	LMO	GM
Europa	GAIA	LFP, NCA	Daihatsu, Smart
	Continental	n.d.	Daimler
Coreia do Sul	LG Chem	LMO	GM, Hyundai
	SK Energy	LMO	Hyundai
EUA	A123	LFP	GM, Think City
	EnerDel	LMO	Think City, Fisker, Volvo
	Altair Nanotechnologies	NMC	Phoenix Motocars
	Valence	LFP	EnergyCS
Canadá	Eletrovaya	n.d.	Chrysler

Fonte: Elaboração própria, com base em Ketterer *et al.* (2009), Michaeli *et al.* (2011) e *sites* das empresas.
n.d. = não disponível.

Há ainda montadoras que produzem suas próprias baterias, como a chinesa BYD Auto, e as que fazem a montagem final internamente, como as norte-americanas GM e Tesla.

Analistas apontam para um possível movimento de consolidação dos fabricantes de baterias para veículos híbridos e elétricos, concentrando-se em algo em torno de seis a oito empresas com um tamanho típico de US\$ 1 bilhão de faturamento em 2015. Dinger *et al.* (2010) sugerem ainda que as atuais alianças entre montadoras e fabricantes de baterias devem, no médio prazo, ser substituídas por alianças entre esses fabricantes e os sistematistas. Ou seja, se, no momento, a diferença entre as alianças reside na química das baterias, no futuro, com a padronização das baterias, as diferenças passarão a estar na eletrônica.

Novos modelos de negócio

A eletrificação da frota gera algumas oportunidades para novos negócios. Atualmente, algumas grandes cidades mantêm serviços de aluguel de veículos elétricos, em sistema de *car sharing*.¹⁷ *Car sharing* é um sistema de aluguel de veículos por curtos períodos, cobrados por hora ou até por minuto. A grande vantagem é a comodidade, pois os veículos contam com espaços para estacionamento já definidos, o que auxilia o motorista a enfrentar o problema de escassez de vagas nas grandes cidades.

Não há necessidade de que os veículos disponibilizados em sistema de *car sharing* sejam elétricos (na maior parte, não são),¹⁸ porém isso se torna um diferencial para o consumidor e sua operacionalização pode se tornar mais simples, já que ele pode ser abastecido no próprio local de estacionamento. Além disso, algumas grandes cidades vêm adotando restrições de circulação a veículos com motores a combustão interna em algumas áreas e os veículos elétricos contam com trânsito livre. Há algumas iniciativas com frotas exclusivamente elétricas e várias empresas com modelos elétricos e híbridos em suas frotas (Quadro 6).

¹⁷ Há um sistema chamado de *peer-to-peer car sharing*, em que os próprios donos de automóveis disponibilizam seus veículos para aluguel por curto período de tempo, que não abordaremos no artigo.

¹⁸ No Brasil, há uma empresa de *car sharing*, a ZazCar, sediada em São Paulo, que não dispõe de veículos elétricos em sua frota.

Quadro 6 | Panorama das operações de *car sharing* que utilizam veículos elétricos ou híbridos

Frota	Empresa	Localização da operação
Apenas veículos elétricos	Autolib'	Paris e arredores
	Twizy Way (programa-piloto da Renault)	França
	ifRenting	Barcelona (Espanha)
Disponibilizam veículos elétricos	Car2go (Daimler)	Alemanha, Canadá e EUA
	DriveNow (BMW e Sixt)	Alemanha e EUA
Disponibilizam veículos elétricos e híbridos	Enterprise Car Share	EUA
	WeCar (Enterprise)	EUA
	GoGet	Austrália
	I-GO	Chicago (EUA)
Disponibilizam veículos híbridos	City Car Club	Reino Unido
	Statt Auto	Alemanha

Fonte: Sites das empresas.

Obs.: Lista não exaustiva.

Outros modelos de negócio envolvem a recarga dos veículos, que pode ser realizada em postos com função semelhante à dos de gasolina, porém com uma infraestrutura bastante diferente, ou ainda com a troca rápida das baterias, como o sistema da empresa israelense Better Place. O alto custo atual das baterias vem levando a soluções como o aluguel ou o *leasing* das baterias, diluindo assim o custo de aquisição do veículo.

A própria recarga em si constitui uma demanda adicional para as distribuidoras de energia e, por estarem equipados com acumuladores de energia, os veículos elétricos podem fornecer energia ao sistema se integrarem um *smart grid*.

Por fim, a eletrificação dos veículos gera a possibilidade do desenvolvimento de serviços móveis, como aplicativos para celulares que informam e administram a recarga dos veículos.

Panorama da difusão dos veículos elétricos no Brasil

O setor de transporte rodoviário é o que, individualmente, mais consome energia no Brasil (26,5% do total) [EPE (2012)]. Como consequência, o setor é um grande responsável pelas emissões de CO₂ de combustíveis fósseis, respondendo por 40,9% do total [Brasil (2010)]. O volume de emissões está

diretamente relacionado à eficiência energética, e a busca dessa eficiência, por sua vez, vem se tornando um importante catalisador da evolução tecnológica dos veículos em todo o mundo.

No Brasil, os maiores avanços na indústria automotiva estão, em uma perspectiva histórica, mais relacionados à segurança energética do país¹⁹ do que propriamente à eficiência energética. Com uma agenda ambiental mais em evidência, a eficiência energética ganha importância no Brasil.

No que se refere a veículos leves, poucos são os modelos híbridos e elétricos disponíveis para venda no Brasil. Entre os elétricos puros, excluindo eventuais adaptações nos veículos, a frota nacional ao fim de 2012 era de menos de cem unidades, grande parte adquirida ou desenvolvida por empresas do setor de energia (Itaipu possuía 28; e a CPFL, 3) ou frotas de demonstração [Dal Poggetto (2011)].

Quanto aos híbridos, estima-se que as vendas giram em torno de duzentas unidades por ano, decorrentes principalmente da baixa disponibilidade de modelos para venda no Brasil (apenas três até o momento),²⁰ de seu posicionamento, voltado ao mercado de luxo, das elevadas tarifas de IPI e de imposto de importação. Para comparação, em setembro de 2012, havia 44 modelos híbridos, de 11 montadoras, para comercialização nos Estados Unidos.

Não há produção de veículos leves híbridos no país. Os elétricos têm clientes corporativos, enquanto os modelos híbridos lançados destinam-se a um público de alta renda. Os custos associados à importação desses modelos decerto influenciam a estratégia de lançamento dos modelos híbridos pelas montadoras no Brasil e são parte importante do problema da baixa difusão desses veículos no país. Contudo, ainda que a disponibilidade de veículos híbridos e elétricos seja bastante restrita no Brasil, percebe-se um crescente interesse nesses veículos, em função dos diversos eventos, feiras e publicações com esse tema.

Entre os modelos disponíveis para venda no Brasil, o Ford Fusion é o líder de mercado. Trata-se de um *full hybrid*, em que o automóvel roda apenas com o motor elétrico até atingindo os 75 km/h, quando entra em ação

¹⁹ A crise do petróleo foi um importante motivador do lançamento do Proálcool, em 1975.

²⁰ Os modelos comercializados no Brasil até outubro de 2012 eram o Ford Fusion Híbrido, o Mercedes S400 Híbrido e o BMW 7 ActiveHybrid.

o motor de combustão interna a gasolina. Já o modelo da Mercedes é considerado um *mild hybrid*, pois o motor elétrico atua somente para melhorar o desempenho do automóvel, fazendo um motor a combustão menor, uma vez que está conjugado com o motor elétrico, ter o mesmo desempenho de um motor a combustão maior. Das 22 unidades do modelo Toyota Prius, vinte foram disponibilizadas no âmbito do Programa de Táxis Híbridos da Prefeitura de São Paulo e duas foram importadas de forma independente pela empresa de logística Ouro Verde, com sede em Curitiba (PR). A Tabela 13 relaciona os principais modelos da frota brasileira e alguns dados técnicos selecionados.

Tabela 13 | Veículos híbridos e elétricos disponíveis no Brasil

Tipo	Híbrido médio	Híbrido completo		Elétrico puro ¹				
Modelo	Mercedes S400 Hybrid	Toyota Prius	Ford Fusion Híbrido	Nissan Leaf	Palio Weekend Elétrico	Mahindra Reva i	Think City	Mitsubishi i-MiEV
Fabricação	Alemanha	Japão	México	Japão	Brasil	Índia	Finlândia e EUA	Japão
Lançamento no Brasil	Jul. 2010	Jan. 2013	Nov. 2010	Não lançado	2007	2008	2010	2010
Vendas acumuladas até dez. 2011	44	22 ²	175	2 ²	58	9	3	2
Motor a combustão	Gasolina 3.5 (279cv) – Ciclo Atkinson	Gasolina 1.8 (98cv) – Ciclo Atkinson	Gasolina 2.5 (158cv) – Ciclo Atkinson	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem
Motor elétrico	20cv. Combinada: 299cv	60 kW Combinada: 138cv	107cv. Combinada: 193cv	80 kW (107cv)	15 kW (20cv)	13 kW (18cv)	34 kW- 37 kW (50cv)	49 kW (65cv)
Bateria	Íon-lítio	Ni-MH	Ni-MH	Íon-lítio	Zebra	Pb-Ácida	Íon-lítio ou Zebra	Íon-lítio
Autonomia (km)	945	978	1.120	175	120	80	160	160
Tanque (litros)	90	45	66	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem
Preço	R\$ 406 mil	R\$ 120 mil	R\$ 134 mil	US\$ 35 mil	R\$ 140 mil	US\$ 30 mil	US\$ 30 mil	R\$ 200 mil
Peso (kg)	1.950	1.397	1.687	1.535	1.029	660	1.038	1.100
Peso das baterias (kg)	20	41	65	300	165	200	245-260	220

Continua

Continuação

Tipo	Híbrido médio	Híbrido completo		Elétrico puro ¹				
Velocidade máxima (km/h)	250	180	180	145	100	80	110	130
Consumo (km/l)	10,5	21,7	17,4 ³	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria, com base em Florêncio (2012) e sites dos fabricantes.

¹ Nenhum é vendido ao consumidor, apenas adquirido ou desenvolvido pelos parceiros dos projetos.

² Referência: dez. 2012.

³ Segundo os parâmetros da Agência Ambiental Norte-Americana (www.fueleconomy.gov). Segundo os parâmetros do Inmetro, o consumo é de 12,6 km/l. A título de comparação, a versão convencional consome 9,8 km/l.

Além dos dois modelos híbridos citados, outro foi lançado no mercado brasileiro em outubro de 2011, o BMW 7 ActiveHybrid. Da mesma forma que o modelo da Mercedes, ele também pode ser classificado como um *mild hybrid* e tem preço divulgado de R\$ 546 mil.

A Toyota lançou o modelo Prius no Brasil em 2012, com início de vendas em janeiro de 2013. Seu preço foi definido em R\$ 120 mil, com uma expectativa de vendas em torno de cinquenta a cem unidades/mês, o que aumentaria a participação dos veículos híbridos nas vendas brasileiras entre 2,5 e cinco vezes.

Ainda que a disponibilidade de veículos híbridos e elétricos seja bastante restrita no Brasil, percebe-se uma crescente entrada desses veículos. Nenhum dos modelos citados é produzido no país, mas eles têm aparecido em mercados de nicho. Os elétricos têm clientes corporativos, enquanto os modelos híbridos lançados se destinam a um público de alta renda. Os custos associados à importação desses modelos certamente influenciam a estratégia de lançamento dos modelos híbridos pelas montadoras no Brasil, mas não parecem ser o único problema para uma difusão desses veículos no país.

A participação do Ford Fusion Híbrido sobre as vendas totais do modelo no Brasil, que também está disponível em versão convencional a gasolina, chegou a 1,8% no acumulado até dezembro de 2011. Nos Estados Unidos, essa participação, no mesmo período, foi de 4,5%. Naquela época, o modelo híbrido no Brasil tinha preço 60%²¹ superior ao modelo

²¹ Preços divulgados de R\$ 83.660 para a versão convencional e de R\$ 133.900 para a híbrida.

básico do Ford Fusion, ao passo que, nos Estados Unidos, essa diferença era de 40%²² (sem considerar os incentivos). A diferença não pode ser atribuída aos impostos, visto que ambos são fabricados no México, portanto sujeitos aos acordos de livre-comércio e sujeitos à mesma alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) vigente à época, de 25%.²³ A diferença parece estar mais relacionada a um posicionamento de preço pela montadora. Como o Ford Fusion é um veículo de nicho no Brasil, diferentemente dos Estados Unidos, onde ele se encontrava entre os dez modelos mais vendidos, sua versão híbrida passa a ser um opcional em um mercado de luxo. É importante destacar que, nos Estados Unidos, desde abril de 2010, o modelo não dispõe mais do incentivo federal de US\$ 3.400 de redução no imposto de renda.

Com uma redução de preço, é possível que as vendas do Ford Fusion Híbrido se elevem, embora isso não seja esperado, visto que a economia de combustível normalmente não é um atributo importante na escolha de veículos no segmento de alta renda.

Para os veículos pesados, entretanto, o cenário brasileiro é diferente. Há produção comercial de dois modelos de ônibus híbridos e expectativa de lançamento de outros. A frota de ônibus híbridos em setembro de 2012 era de 55 veículos.²⁴ O Brasil também produziu o primeiro protótipo de ônibus híbrido a etanol. Embora não contem com baterias, os trólebus, que são ônibus elétricos, são razoavelmente difundidos, com frota estimada em 282 veículos.²⁵ Há também experiências com ônibus a pilha-combustível.

Para os próximos anos, é esperado um aumento no lançamento de modelos híbridos de veículos leves no Brasil, impulsionando as vendas, sobretudo pelo efeito demonstração dos usuários iniciais (*early adopters*).²⁶ Pelo

²² Preços divulgados de US\$ 20.995 para a versão convencional e de US\$ 29.495 para a híbrida.

²³ O Ford Fusion estava disponível apenas em versões com motores 2.5 l e 3.0 l a gasolina, portanto não sujeitos às reduções de impostos para os motores *flex-fuel* ou de menor potência.

²⁴ Dos quais 45 produzidos pela Eletra e dez pela Volvo. A Volvo anunciou a entrega de mais vinte ônibus híbridos em 2012 e trinta em 2013 em Curitiba. O município de São Paulo planeja a aquisição de cem veículos, o que elevaria a frota brasileira para, pelo menos, 205 veículos em 2013.

²⁵ Atualmente, há três corredores em operação no Brasil: Santos (seis veículos), São Paulo/capital (190 veículos) e São Paulo/corredor ABD (86 veículos).

²⁶ Terminologia criada por Everett Rogers (1962) para uma das categorias iniciais do ciclo de difusão de determinada inovação.

lado dos veículos pesados, questões relacionadas ao custo de manutenção dos veículos elétricos (teoricamente inferior ao dos veículos a combustão), à vida útil superior e à inclusão da agenda ambiental pelos poderes públicos municipais e estaduais podem servir de estímulo à difusão dos veículos híbridos e elétricos, como já vem ocorrendo em algumas capitais.²⁷ Alguns municípios estudam a utilização, ainda que parcial, de ônibus híbridos para os corredores de transporte que estão sendo construídos para os grandes eventos esportivos (Copa do Mundo e Olimpíada).

Pesquisa e desenvolvimento em veículos elétricos no Brasil

O Brasil já vivenciou algumas experiências de desenvolvimento de veículos elétricos. Em 1974, a Gurgel chegou a lançar um carro elétrico, o Itaipu, que utilizava dez baterias de chumbo-ácido de 12 V ligadas em série, que pesavam 320 kg (41% do peso do veículo). Seu problema principal era a autonomia, entre 60 km e 80 km [Pereira (2007)], que continua sendo uma questão importante não resolvida. Em 1978, parceria entre a Universidade Estadual Paulista (Unesp) e a Ajax Baterias também desenvolveu um protótipo de veículo elétrico. Várias outras iniciativas pontuais também surgiram nessa época.

Atualmente, a atividade de P&D realizada sobre o tema ainda está concentrada nas Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT), mesmo com várias concessionárias de energia dispondo de programas de avaliação dos veículos elétricos. Os desenvolvimentos em montadoras no Brasil são bastante pontuais e, via de regra, estão concentrados nas matrizes. A geração de novas patentes relacionadas a veículos elétricos e híbridos está concentrada no Japão e nos Estados Unidos, em algumas empresas japonesas, como Toyota, Nissan, Honda e Hitachi.

Há desenvolvimentos realizados localmente em empresas da cadeia, sobretudo em motores elétricos e baterias, itens centrais no novo paradigma, assim como em engenharia de novos modelos.

É possível listar algumas iniciativas locais no segmento. As de maior destaque estão expostas no Quadro 7.

²⁷ Notadamente São Paulo e Curitiba, embora haja outras cidades avaliando as alternativas tecnológicas disponíveis.

Quadro 7 | Iniciativas em veículos elétricos e híbridos no Brasil

Campo	Breve descrição	Empresas e ICT envolvidas
Sistema de tração	Desenvolvimento de sistema de tração elétrica para veículos pesados	Weg
	Produção de sistemas de tração híbrido-elétricos para ônibus	Eletra
Bateria	Desenvolvimento de bateria de íon-lítio	Electrocell/Ipen
	Desenvolvimento de baterias do tipo Zebra	Itaipu
	Desenvolvimento e produção de baterias tracionárias de chumbo-ácido	Moura
Veículos	Desenvolvimento de veículo elétrico para pequenas distâncias	Edra, CPFL
	Desenvolvimento de veículos leves e caminhões leves elétricos	Fiat, Iveco, Itaipu
	Protótipos de ônibus a pilha-combustível	Coppe/UFRJ
	Testes de operação de ônibus a pilha-combustível	EMTU/SP (coordenação)
	Desenvolvimento de trólebus com autonomia a bateria	Eletra
	Produção de ônibus híbridos	Eletra, Volvo
	Protótipo de ônibus híbrido a etanol	Itaipu (coordenação)

Fonte: Elaboração própria, com base em informações divulgadas na imprensa.

Obs.: Lista não exaustiva.

Políticas públicas para os veículos elétricos e híbridos no Brasil

Veículos a etanol, especialmente os *flex-fuel*, já são bastante difundidos, respondendo por cerca de 85% das vendas no Brasil. Entretanto, os veículos elétricos e híbridos não contam com a mesma difusão. Vários são os motivos, dentre os quais se destaca um desincentivo tributário, na medida em que os veículos disponíveis são importados (algumas vezes de países com os quais o Brasil não dispõe de acordo automotivo, sendo tributados com uma alíquota de 35% a título de imposto de importação) e não dispõem de categoria específica na Tabela do Imposto sobre Produtos Industrializados (Tupi), sendo tributados muitas vezes pela alíquota máxima, de 55%.²⁸

No entanto, a melhoria das condições de comercialização para esses veículos tem a simpatia de alguns entes públicos. Há estudos voltados a esse

²⁸ Por estarem na categoria “Outros” na tabela vigente do IPI, 25%; acrescidos de 30% previstos no Inovar-Auto para veículos importados de países sem acordo automotivo com o Brasil. O Inovar-Auto é uma política de longo prazo destinada a atrair investimentos para o setor automotivo no Brasil.

tipo de motorização e às possibilidades de inserção do Brasil na nova realidade, além do incentivo ao aumento do conteúdo nacional para os componentes eletrônicos dos veículos. No âmbito do BNDES, diversas iniciativas vêm reduzindo o custo de financiamento para aquisição de ônibus híbridos e elétricos, bem como para a implantação de empreendimentos industriais, em especial o Programa BNDES de Sustentação do Investimento (BNDES PSI) e o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima).

Em nível municipal, há iniciativas, como o Programa Ecofrota, de São Paulo, que incluem incentivos à difusão de veículos híbridos e elétricos nas concessões de ônibus e táxis no município. Da mesma forma, vários estados garantem isenção ou redução do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) para proprietários de veículos elétricos. A Tabela 14 exibe uma compilação dos incentivos realizada pela Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE).

Tabela 14 | Incentivos selecionados a veículos elétricos no Brasil por UF

UF	IPVA	Outros incentivos
Ceará	Isento	-
Maranhão	Isento	-
Pernambuco	Isento	-
Piauí	Isento	-
Rio Grande do Norte	Isento	-
Rio Grande do Sul	Isento	-
Sergipe	Isento	-
Mato Grosso do Sul	Redução de até 70%	-
Rio de Janeiro	Alíquota de 1% (redução de 75% em relação aos automóveis a gasolina)	-
São Paulo	Alíquota de 3% (redução de 25% em relação aos automóveis a gasolina)	Veículos elétricos não participam do rodízio de placas

Fonte: ABVE (2013).

Espera-se, contudo, que o maior incentivo à eletrificação seja a implementação de regulamentações cada vez mais rígidas para emissões, nos níveis nacional, estadual e municipal.

Posicionamento do Brasil no mercado de baterias de íon-lítio

No que se refere às baterias de íon-lítio, que constituem a possível tecnologia dominante para os veículos elétricos, o Brasil dispõe de pesquisas

acadêmicas sobre o tema e de uma *start-up*, incubada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec), localizado na Universidade de São Paulo (USP) – a Electrocell, que produz baterias de íon-lítio em pequena escala. Mesmo nos eletrônicos de consumo (especialmente celulares), as baterias são importadas, embora haja infraestrutura para testes em instituições como o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), em Campinas (SP).

A fabricação local de baterias para automóveis necessitaria de uma expectativa de ampla difusão de veículos elétricos na América Latina, o que não é cogitado no momento. Espera-se um crescimento do mercado, mas em ritmo aquém dos demais países, em função, sobretudo, da ausência de estímulos tributários.

Estima-se que a escala econômica para a produção de baterias no Brasil seja semelhante à de produção de automóveis, calculada em cerca de 50-80 mil unidades por ano.²⁹ Como critério de comparação, a fábrica da AESC, em Zama (Japão), para fornecimento de baterias para a Nissan, tem capacidade de 65 mil unidades por ano, enquanto a da Panasonic, em Miyagi (Japão), para fornecimento para a Toyota, tem capacidade de 200 mil por ano. Assim, se houver iniciativas para a produção local de veículos elétricos, principalmente se esta for de alto volume, é possível a produção local de baterias, por meio de células importadas, bem como a integração da bateria aos veículos, em sistemistas.

A fabricação de células, os elementos centrais das baterias, parece mais distante, levando em consideração que seu principal quesito de competitividade é o custo de produção, o que transforma a questão da escala em algo determinante. A escala econômica é de difícil estimativa, porém, tomando como base os projetos em andamento, avalia-se que gire em torno de 360 MWh por ano, o que equiparia cerca de 15 mil veículos elétricos puros ou 80 mil híbridos *plug-in*. Outro obstáculo para a fabricação local de células é que, segundo estimativa da consultoria Roland Berger, a capacidade de produção de células anunciada no mundo é de cerca de três vezes a demanda estimada (Tabela 15).

²⁹ Tomando por base a bateria do modelo Nissan Leaf (24 kWh) e o custo médio atual (US\$ 500/kWh) e comparando com o faturamento médio apontado pela consultoria Roland Berger, chegou-se a 83 mil unidades por ano.

Tabela 15 | Panorama da capacidade produtiva em células para baterias de ion-lítio

	Fabricante	País	Capacidade planejada para 2014 (MWh)
1	Nissan-AESC	Japão	9.400
2	BYD	China	4.000
3	A123	EUA	2.000
4	Lishen	China	1.400
5	Johnson-Controls	EUA	1.200
6	LG Chem	Coreia do Sul	900
7	Li Energy	Japão	800
8	SB LiMotive	Coreia do Sul	800
9	Dow Kokam	EUA	600
10	Sanyo	Japão	500
11	Litech	China	500
12	EnerDel	EUA	450
	Total		22.550

Fonte: Anderman (2012a).

Para os componentes das células, a capacidade produtiva está alinhada à demanda. Há presença de grande número de empresas químicas. No entanto, uma avaliação das possibilidades para o Brasil dependeria de uma análise mais detalhada sobre a produção de cada componente.

A mineração de lítio pode se constituir em um importante braço para uma mineradora nacional entrar no mercado de produção de componentes das células. Porém, a forma mais adequada de entrada de uma mineradora brasileira na mineração de lítio parece ser via aquisição de uma empresa no exterior, já posicionada e com jazidas de baixo custo de extração.

Perspectivas e oportunidades para atuação do BNDES

O BNDES vem trabalhando na construção de uma gama de instrumentos voltados a posicionar a economia brasileira no novo paradigma de eletrificação veicular. A difusão é financiada por meio de linhas destinadas à comercialização de ônibus elétricos, híbridos ou outros modelos com tração elétrica, no âmbito do Programa BNDES PSI. A pesquisa e o desenvolvimento de novos modelos de veículos podem ser apoiados pela Linha BNDES de Apoio à Inovação, bem como pelo Programa BNDES de Apoio à Engenharia (BNDES Proengenharia), conforme as características do projeto. A implantação de capacidade produtiva também é apoiada pelo Banco.

O BNDES Fundo Tecnológico (BNDES Funtec), instrumento destinado ao financiamento não reembolsável de projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação executados por instituição tecnológica, dispunha, desde 2010, de foco voltado à redução da poluição ambiental em transportes coletivos, e, a partir de 2011, passou a ter um foco específico para veículos elétricos. Em 2011, o foco era “Veículos elétricos: desenvolvimento de dispositivos destinados ao armazenamento de energia para uso em propulsão veicular”. Em 2012, o foco foi ampliado para “Veículos Elétricos: desenvolvimento de dispositivos e tecnologias destinados ao armazenamento, recarga e gerenciamento de energia para uso em propulsão veicular, à geração de energia elétrica em veículos automotores e à motorização elétrica”, passando a apoiar o desenvolvimento de outros dispositivos além da bateria.

Vislumbra-se uma oportunidade para a entrada de fabricantes não tradicionais como fornecedores para montadoras, especialmente de motores elétricos. Dessa forma, o fomento a parcerias se torna um importante instrumento de aproximação desses novos *players* na cadeia automotiva. Além disso, uma difusão de veículos elétricos e híbridos no Brasil pode promover o estabelecimento de atividades de pesquisa nessas rotas nas subsidiárias brasileiras, fortalecendo a capacidade da engenharia do país.

Especificamente no tocante a baterias para veículos elétricos e híbridos, como visto, a indústria brasileira não dispõe de tecnologia adequada para equipá-los. Assim, o BNDES busca apoiar projetos que envolvam o *catch-up* tecnológico das empresas nacionais.

Considerações finais

O segmento de veículos elétricos e híbridos vem aumentando sua participação em todo o mundo, com cada vez mais modelos disponíveis e projeções de crescimento.

O mercado brasileiro, todavia, tem pouca representatividade no segmento, com automóveis restritos a versões de modelos voltados a um público de alto poder aquisitivo, ainda que, em relação aos ônibus, a situação seja positiva. Esse posicionamento em veículos leves aparentemente não decorre apenas da carga tributária incidente sobre esse tipo de veículo, mas de características do próprio mercado brasileiro.

Os incentivos governamentais parecem ainda desempenhar um papel relevante na difusão dos veículos elétricos e híbridos, embora cada vez menos importante no caso dos híbridos. Nos Estados Unidos, por exemplo, vários modelos híbridos já são vendidos sem incentivo federal.

O cenário atual envolve uma antecipação de lançamentos pelas montadoras, principalmente como reação à ação de seus concorrentes. Não houve anúncios de desistências em relação a projetos de veículos híbridos e elétricos. As projeções das montadoras e das consultorias especializadas no setor continuam apontando para uma tendência de crescimento em todos os mercados.

Provavelmente em função da escala ainda pequena, mas crescente, a produção de veículos híbridos e elétricos é concentrada em alguns poucos países. É possível que um aumento das vendas e mudanças nas estratégias empresariais levem a uma desconcentração da produção. Na produção de baterias, há também concentração, assim como na fabricação de células e de seus componentes.

O Brasil é o país em que, em tese, os benefícios ambientais da adoção dos veículos elétricos são mais importantes, pois haveria uma redução substancial na poluição nas cidades sem deslocá-la para as usinas de geração de energia, visto que a matriz energética brasileira é concentrada em fontes renováveis. Em vários outros países, um veículo puramente elétrico poderia ter impacto ambiental menos relevante, dependendo da forma pela qual a energia utilizada no veículo seria gerada.

A pouca disponibilidade de modelos contribui para uma baixa penetração desses veículos no Brasil. Além disso, os veículos disponíveis estão posicionados em segmentos de baixo volume e alto conteúdo. Uma gradativa eletrificação da frota traria uma redução das emissões, principalmente em função do menor consumo de combustível. A fim de se valorizar o significativo esforço realizado na difusão de veículos *flex-fuel* no Brasil, o ideal seria que houvesse incentivos governamentais direcionados não a tecnologias específicas, mas a padrões de eficiência e metas de redução das emissões pelos automóveis.

É importante ressaltar que, ainda que, pelo lado do consumidor, a posse de um veículo elétrico possa lhe conferir uma imagem de preocupação ambiental e a economia de combustível possa ser relevante em alguns casos, há

motivações que transcendem isso. O estímulo a veículos elétricos no Brasil deve fazer parte de uma ação desenvolvimentista que permita ao Brasil ter competência e relevância no desenvolvimento de veículos, que tem uma lógica global. Assim, um alinhamento ao que é realizado em P&D na fronteira tecnológica permitiria ao Brasil a chance de protagonizar a geração de conhecimento, com desdobramentos para outras indústrias.

A indústria brasileira de baterias automotivas tem capital majoritariamente nacional. A maior parte das empresas, no entanto, fornece para o mercado de reposição. Ainda que haja uma aceleração da difusão de veículos elétricos e híbridos, seu percentual na frota circulante deve aumentar de forma lenta, o que não configura uma ameaça, no curto prazo, às empresas estabelecidas. Além disso, os veículos elétricos e híbridos disponíveis hoje consomem também baterias do tipo PbA. Empresas que fornecem para o mercado de OEM tendem a sofrer um impacto mais rápido, sobretudo se os novos modelos de veículos elétricos e híbridos passarem a prescindir da bateria de chumbo-ácido. Assim, é fundamental promover a capacitação dessas empresas na provável tecnologia dominante, ou seja, em baterias de íon-lítio.

No curto prazo, uma difusão de micro-híbridos deve requerer a atualização tecnológica das empresas nacionais, já que é necessário, para a operação de sistemas *start-stop* e de frenagem regenerativa, que as baterias de chumbo-ácido disponham de tecnologias mais avançadas. A difusão desses veículos, alta na Europa, tende a chegar ao Brasil, principalmente em decorrência da utilização de metas de emissões mais rígidas. Dessa forma, uma atualização tecnológica das empresas menores é também fundamental para a manutenção de sua competitividade no curto prazo.

O fato de a indústria brasileira de baterias automotivas ser ainda pulverizada pode representar uma oportunidade de consolidação e formação de um novo *player* nacional ou mesmo de parcerias, aproveitando-se, sobretudo, da concentração regional dessa indústria, o que pode resultar em uma redução de seus custos logísticos. Além disso, *players* mais capitalizados podem iniciar movimentos de internacionalização, considerando, até mesmo, o investimento direto em países vizinhos, o que já é uma realidade para as empresas líderes.

No longo prazo, à medida que os sistemas auxiliares que equipam os veículos convencionais forem sendo substituídos por modelos desenvolvidos especificamente para veículos elétricos, empresas que utilizam exclusiva-

mente a tecnologia PbA tendem, aos poucos, a perder mercado. Por isso, o investimento no desenvolvimento tecnológico é fundamental. Um sinal de que o caminho não deve ser simples para os produtores da tecnologia tradicional é que há companhias lançando no mercado baterias que unem a tecnologia PbA à de íon-lítio. Há também, mundialmente, alguns casos de empresas fabricantes de baterias PbA que passaram a produzir e pesquisar baterias de íon-lítio.

A fabricação local de baterias de íon-lítio não é algo de implantação imediata, levando-se em conta a realidade global dessa indústria. Embora o consumo de baterias de íon-lítio no Brasil seja relevante, ele se concentra em eletrônicos de consumo, que, em geral, utilizam tecnologia inviável para a tração de veículos. A entrada no mercado requer capacitação, a fim de que possam surgir parcerias com montadoras instaladas no Brasil, visto que a entrada por um eventual mercado de reposição deve ser mais complicada. As baterias de íon-lítio automotivas têm arquitetura específica por modelo, e sua vida-útil atualmente é maior que as de chumbo-ácido (cinco a dez anos contra 2,5 a três anos). No entanto, como as montadoras tendem a estabelecer alternativas de fornecimento para a maior parte das autopeças, um licenciamento para reposição não é algo totalmente improvável.

Por fim, cabe salientar que a difusão de veículos elétricos e híbridos no mundo deve aquecer a indústria de componentes para as baterias, configurando-se em uma oportunidade para empresas brasileiras de diversos segmentos, entre mineradoras, siderúrgicas e químicas. Como exemplo, vários cenários indicam que, com a difusão de veículos elétricos e híbridos, deve haver um descasamento entre oferta e demanda de lítio. Nesse caso, convém a realização de diagnósticos centrados em cada um dos componentes, de forma a avaliar as oportunidades para o Brasil.

Referências

ABVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. *Incentivos para veículos elétricos no Brasil*. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/incentivos.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

ANDERMAN, M. Automotive battery business. In: ELECTROMOBILITY 2012. FKG, 8 mar. 2012a. Disponível em: <<http://www.fkg.se/assets/Uploads/Andermanbatterybusiness.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013

_____. Battery technologies. In: ELECTROMOBILITY 2012. FKG, 8 mar. 2012b. Disponível em: <<http://www.fkg.se/assets/Uploads/Andermanbatterytechnology.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

BATISTA, B. Introdução da história da bateria automotiva do Brasil. *Revista Chumbo Brasil*, n. 4, Ed. Especial, dez. 2012.

BRASIL. MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia. *Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. 2010.

CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. *BNDES Setorial*, n. 32, p. 267-310. Rio de Janeiro, BNDES, set. 2010.

DAL POGGETTO, P. Brasil tem 72 automóveis elétricos emplacados em quatro anos. *Auto Esporte*, 27 jul. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/07/brasil-tem-71-automoveis-eletricos-emplacados-em-quatro-anos.html>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

DINGER, A. *et al.* Batteries for electric cars: challenges, opportunities, and the outlook to 2020. *BCG Focus*, 2010.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço Energético Nacional: 2011*. 2012.

ELEMENT ENERGY. *Cost and performance of EV batteries: final report for The Committee on Climate Change*. Cambridge, 21 mar. 2012.

FERREIRA, T.; PEDROSA, S. Baterias chumbo-ácido para veículos elétricos e híbridos: programa de pesquisa da Alabc. In: WORKSHOP BATERIAS PARA VEÍCULO ELÉTRICO. CPqD: Campinas, 29 set. 2010.

FLORÊNCIO, L. Brasil vai contra a onda dos carros verdes. *Carsale: canal de análise de mercado*, 13 abr. 2012. Disponível em: <<http://carsale.uol.com.br/editorial/mercado/9217-brasil-vai-contr-a-onda-dos-carros-verdes>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

GARCIA, I. J. Lítio. *Sumário Mineral*. DNPM, 2012. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7395>. Acesso em: 15 jan. 2013.

GARTNER, J.; DEHAMNA, A. Challenges & complexities of the lithium battery sector: grid storage and electric vehicle markets. *Pike Research Webinar*, 21 fev. 2012. Disponível em: <<http://www.pikeresearch.com/webinarvideos/challenges-and-complexities-of-the-lithium-battery-sector-webinar-replay>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

GUSMÃO, J. Automóveis micro-híbridos: evolução ou revolução no nosso mercado? In: XIV ENBAT – ENCONTRO NACIONAL DE PRODUTORES DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO. Curitiba, 2 dez. 2011.

HAWAMOTO, H. Trends of R&D on materials for high-power and large-capacity lithium-ion batteries for vehicles applications. *Science & Technology Trends*, Quaterly Review, n. 36, jul. 2010, p. 34-54. Disponível em: <<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/stfc/stt036e/q36pdf/STTqr3603.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

HURST, D. *et al.* Smart transportation: where are the opportunities. *Pike Research Webinar*, 3 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.pikeresearch.com/webinarvideos/webinar-replay-smart-transportation>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

HYKAWY, J.; LEE, J. Batteries: why we need them, and what we need to make them. In: 2011 ELECTRIC METALS CONFERENCE. Toronto, 12 abr. 2011. Disponível em: <<http://www.byroncapitalmarkets.com/wp-content/uploads/2011/02/5-Jon-Hykawy-Jonathan-Lee-key-notes-04-11-2011.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

ITAIPU BINACIONAL. *Entrevista com o diretor Jorge Samek*. Sala de imprensa, 5 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/itaipunamidia/entrevista-com-o-diretor-jorge-samek>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

JASKULA, B. W. Lithium. *U.S. Geological Survey*, Mineral Commodity Summaries, jan. 2012. Disponível em: <<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/mcs-2012-lithi.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

KETTERER, B. *et al.* *Lithium-Ionen Batterien: Stand der technik und anwendungspotenzial in hybrid-, plug-In hybrid- und elektrofahrzeugen*. Forschungszentrum Karlsruhe, out. 2009.

LITHIUM ENERGY JAPAN. Lithium Energy Japan steadily increasing lithium-ion battery production. *News Release*, 6 jun. 2011a. Disponível em: <<http://lithiumenergy.jp/en/newsrelease/pdf/20110706e.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

_____. Lithium Energy Japan to commence work on Ritto plant. *News Release*, 13 dez. 2011b. Disponível em: <<http://lithiumenergy.jp/en/newsrelease/pdf/20111213e.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

LOWE, M. *et al.* *Lithium-ion batteries for electric vehicles: the U.S. value chain*. CGGC, 5 out. 2010.

MARKETSANDMARKETS. MarketsandMarkets global low (zero) emission vehicle market worth \$ 103.13 billion by 2017. *PRNewswire*, 25 mai. 2012. Disponível em: <<http://www.prnewswire.com/news-releases/marketsandmarkets-global-low-zero-emission-vehicle-market-worth-10313-billion-by-2017-154001525.html>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

MICHAELI, I. *et al.* U.S. autos and auto parts: electric vehicles: perspectives on a growing investment theme. *Citi Equities*, 23 fev. 2011.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IEMA – INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. *1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários: Relatório Final*. Jan. 2011.

MOCK, P. (ed.). *European vehicle market statistics: pocketbook 2012*. ICCT – International Council on Clean Transportation, 2012. Disponível em: <http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Pocketbook_2012_opt.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

NISSAN. 100% Electric Zero-emission Nissan LEAF debuts in Japan: start of sales on December 20th. *Nissan News Release*, 3 dez. 2010. Disponível em: <http://www.nissan-global.com/EN/NEWS/2010/_STORY/101203-01-e.html>. Acesso em: 15 jan. 2013.

PEREIRA, F. Gurgel Itaipu. *Revista Quatro Rodas*, abr. 2007. Disponível em: <http://quattrorodas.abril.com.br/classicos/brasileiros/conteudo_229224.shtml>. Acesso em: 15 jan. 2013.

ROGERS, E. M. *Diffusion of innovations*. Glencoe: Free Press, 1962.

ROLAND BERGER. *Powertrain 2020: the li-ion battery value chain – trend and implications*. Roland Berger, ago. 2011.

ROSOLEM, M. F. N. C. *et al.* Bateria de íon-lítio: conceitos básicos e potencialidades. *Cad. CPqD Tecnologia*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 59-72, jul.-dez. 2012.

SCROSATI, B.; GARCHE, J. Lithium batteries: Status, prospects and future. Elsevier B. V., *Journal of Power Sources*, v. 195, n. 9, p. 2.419-2.430, 2010. In: ROSOLEM, M. F. N. C. *et al.* Bateria de íon-lítio: conceitos básicos e potencialidades. *Cad. CPqD Tecnologia*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 59-72, jul.-dez. 2012.

SECEx/MDIC – SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR/MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Balança comercial brasileira: dados consolidados*. Brasília, 2012.

SQM. *Annual Report: 2011*. SQM, 2012. Disponível em: <http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/en/AnnualReport/SQM-Annual_Report_2011_EN.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

STARK, M. *et al.* *Betting on science: disruptive technologies in transport fuels: full study*. Accenture, 2010. Disponível em: <<http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Betting-Science-Disruptive-Technology-Transport-Fuels.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

TALISON LITHIUM. Talison Lithium. In: WEDBUSH CLEAN TECHNOLOGY & INDUSTRIAL GROWTH CONFERENCE, 15 set. 2011. Disponível em: <<http://www.talisonlithium.com/docs/investors-centre-documents/talison-lithium-wedbush-conference.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

_____. *Scheme booklet for the schemes of arrangement between Talison Lithium Limited and the holders of Talison Securities in relation to the acquisition by Windfield Holdings Pty Ltd, a subsidiary of Chengdu Tianqi Industry (Group) Co., Ltd., of 100% of the shares and options in Talison Lithium Limited that it does not already own*. Talison, 7 jan. 2013. Disponível em: <http://www.talisonlithium.com/docs/investors-centre-documents/130107_tianqi-scheme-booklet.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

TOYOTA. *Toyota Prius: plug-in hybrid 2010 model revised (includes 2012 model): emergency response guide*. Toyota Motor Corporation, 22 fev. 2012a. Disponível em: <<https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/priusphv.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

_____. Worldwide Sales of TMC hybrids top 4 million units. *Toyota News*, 22 mai. 2012b. Disponível em: <<http://www2.toyota.co.jp/en/news/12/05/0522.html>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

TUNG, C. M. *Lithium battery industry*. MOEA – Ministry of Economic Affairs, Taiwan, 31 dez. 2010. Disponível em: <<http://investtaiwan.nat.gov.tw/doc/20110119/2-3-3e.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

VANDEPUTTE, K. *Key developments in rechargeable battery materials*. In: CAPITAL MARKETS EVENTS. Seul, 24 mai. 2012. Disponível em: <http://www.umicore.com/investorrelations/en/newsPublications/presentations/2012/2012CMD_RBM_EN.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

VOELCKER, J. Chevy Volt and Opel Ampera: Europe and China sales too. *Green Car Reports*, 24 jan. 2013. Disponível em: <http://www.greencarreports.com/news/1081897_chevy-volt-and-opel-ampera-europe-and-china-sales-too>. Acesso em: 25 jan. 2013.

WORLD BANK; PRTM. *The China new energy vehicles program: challenges and opportunities*. World Bank, abr. 2011. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/EXTNEWSCHINESE/Resources/3196537-1202098669693/EV_Report_en.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

YOSHIOKA, K. Growth in new cars sales in China running near empty. *The Asahi Shimbun*, 13 jan. 2012. Disponível em: <<http://ajw.asahi.com/article/asia/china/AJ201201130056>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

Sites consultados

AJAX BATERIAS – <www.ajax.com.br>.

ALICEWEB – ANÁLISE DE INFORMAÇÕES DE COMÉRCIO EXTERIOR – <alicesweb2.mdic.gov.br>.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – <www.anfavea.com.br>.

BAJ – BATTERY ASSOCIATION OF JAPAN – <www.baj.or.jp/e/>.

BEST SELLING CARS BLOG – <bestsellingcarsblog.com>.

CAAM – CHINA ASSOCIATION OF AUTOMOBILE MANUFACTURES – <www.caam.org.cn/english>.

ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY – <www.fueleconomy.gov>.

FENABRAVE – FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – <www.fenabrave.org.br>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – <www.ibge.gov.br>.

HYBRIDCARS – <www.hybridcars.com>.

TOYOTA – <www.toyota-global.com>.